

2003P103710000

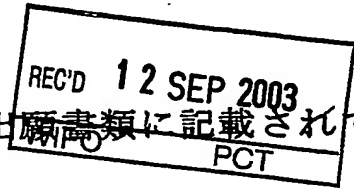
Rec'd PCT/PTO 23 FEB 2005 #2

PCT/JP03/10655

22.08.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-260411

[ST.10/C]:

[JP2002-260411]

出 願 人

Applicant(s):

ソニー株式会社

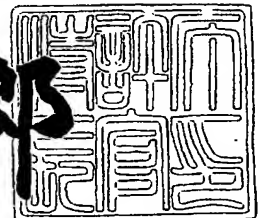
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2003年 6月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号

出証特2003-3050764

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290265004

【提出日】 平成14年 9月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/38

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 西城 和幸

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 鄭 文在

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090376

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山口 邦夫

 【電話番号】 03-3291-6251

【選任した代理人】

 【識別番号】 100095496

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐々木 榮二

 【電話番号】 03-3291-6251

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007548

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709004

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 復調回路と受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 変調信号をサンプリングするサンプリング手段と、
前記サンプリング手段でサンプリングした信号を合成して保持する信号合成手段と、

前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる極性調整手段と、

前記変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数で前記変調信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動するとともに、「 π 」の位相差を有した信号を合成して保持するように前記信号合成手段を駆動して、前記信号合成手段で復調信号を生成させる復調制御手段とを有することを特徴とする復調回路。

【請求項2】 前記極性調整手段では、極性の反転された前記変調信号を前記サンプリング手段に供給することで、前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる

ことを特徴とする請求項1記載の復調回路。

【請求項3】 前記極性調整手段では、前記サンプリング手段でサンプリングした信号の極性を反転させることで、前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる

ことを特徴とする請求項1記載の復調回路。

【請求項4】 前記復調制御手段では、前記変調信号の極性を反転してサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動することで、前記極性調整手段を前記復調制御手段に一体化した

ことを特徴とする請求項1記載の復調回路。

【請求項5】 前記サンプリング手段は、ユニティゲインサンプルバッファを用いて構成した

ことを特徴とする請求項1記載の復調回路。

【請求項6】 変調信号をサンプリングするサンプリング手段と、

スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段と、

前記サンプリング手段でサンプリングした信号に基づき、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段でフィルタ処理する信号を生成する信号生成手段と、

前記変調信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数) の周波数で前記変調信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動して、前記サンプリングした信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づくフィルタ処理する信号を前記信号生成手段から前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給させて、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から復調信号を出力させる復調制御手段とを有する

ことを特徴とする復調回路。

【請求項 7】 前記復調制御手段では、前記変調信号の極性を反転してサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動し、あるいは極性を反転して前記フィルタ処理する信号を生成するように前記信号生成手段を駆動して、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給する信号の極性を一致させることを特徴とする請求項 6 記載の復調回路。

【請求項 8】 前記復調制御手段では、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給するフィルタ処理する信号の極性が反転しているとき、供給された信号を逆極性で用いてフィルタ処理を行うように前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段を駆動することを特徴とする請求項 6 記載の復調回路。

【請求項 9】 前記信号生成手段は、ユニティゲインサンプルバッファを用いて構成したことを特徴とする請求項 6 記載の復調回路。

【請求項 10】 受信信号あるいは前記受信信号に基づいて生成した中間周波信号をサンプリングするサンプリング手段と、

前記サンプリング手段でサンプリングした信号を合成して保持する信号合成手段と、

前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる極性調整手段と、

前記受信信号あるいは中間周波信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数) の周波数で前記受信信号あるいは中間周波信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動するとともに、「 π 」の位相差を有した信号を合成して保持するように前記信号合成手段を駆動して、前記信号合成手段で前記受信信号あるいは中間周波信号の復調信号を生成させる復調制御手段とを有することを特徴とする受信装置。

【請求項 1 1】 受信信号あるいは中間周波信号をサンプリングするサンプリング手段と、

スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段と、

前記サンプリング手段でサンプリングした信号に基づき、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段でフィルタ処理する信号を生成する信号生成手段と、

前記変調信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数) の周波数で前記変調信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動して、前記サンプリングした信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づくフィルタ処理する信号を前記信号生成手段から前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給させて、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から復調信号を出力させる復調制御手段とを有する

ことを特徴とする受信装置。

【請求項 1 2】 前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から出力された前記復調信号をデジタル信号に変換する信号変換手段を設け、

前記復調制御手段では、前記サンプリング手段でのサンプリングの周波数を前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段のスイッチング周波数に対して「 p 倍」あるいは「 $1 / p$ 倍」 ($p: 自然数$) とし、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段のスイッチング周波数を前記信号変換手段のクロック周波数に対して「 q 倍」あるいは「 $1 / q$ 倍」 ($q: 自然数$) とし、前記信号変換手段のクロック周波数は、前記受信信号あるいは中間周波信号で用いられた変調方式で決定されるシンボルレートの「 r 倍」 ($r: 自然数$) とする

ことを特徴とする請求項 11 記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、復調回路と受信装置に関する。詳しくは、受信信号や中間周波信号変調信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m:0$ または自然数) の周波数でサンプリングを行い、「 π 」の位相差を有した信号の極性を合わせて合成することにより復調信号を生成するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 18 は、従来の受信装置の構成を示している。アンテナ 11 で受信された信号 RA は、低雑音アンプ 12 に供給する。低雑音アンプ 12 では、信号 RA を増幅して受信信号 RB として周波数変換器 13 に供給する。周波数変換器 13 には、発振器 14 から局部発振周波数の信号 RL0 が供給されており、受信信号 RB と信号 RL0 を掛け合わせて受信信号 RB のダウンコンバートを行い中間周波信号 RIF を生成して帯域フィルタ 15 に供給する。

【0003】

帯域フィルタ 15 では、中間周波信号 RIF の帯域制限を行って可変利得アンプ 16 に供給する。可変利得アンプ 16 では、帯域フィルタ 15 から供給された信号を所定の信号レベルに増幅して、中間周波信号 RIFs として周波数変換器 17, 18 に供給する。

【0004】

発振器 19 では、搬送波周波数の発振信号 VCR を生成して移相器 20 に供給する。移相器 20 では、発振信号 VCR から位相差がほぼ 90° の直交信号である信号 VI-CR, VQ-CR を生成して、信号 VI-CR を周波数変換器 17 に供給するとともに、信号 VQ-CR を周波数変換器 18 に供給する。

【0005】

周波数変換器 17 では、中間周波信号 RIFs と信号 VI-CR を掛け合わせて中間

周波信号 R IFs のダウンコンバートを行い、ベースバンドの復調信号 P I を生成して低域フィルタ 2 1 に供給する。また、周波数変換器 1 8 では、中間周波信号 R IFs と信号 V Q - C R を掛け合わせて中間周波信号 R IFs のダウンコンバートを行い、ベースバンドの復調信号 P Q を生成して低域フィルタ 2 2 に供給する。

【 0 0 0 6 】

低域フィルタ 2 1 では、復調信号 P I から所望のベースバンド成分の信号を抽出して、復調信号 P I s として A / D 変換器 2 3 に供給する。同様に、低域フィルタ 2 2 では、復調信号 P Q から所望のベースバンド成分の信号を抽出して、復調信号 P Q s として A / D 変換器 2 4 に供給する。なお、低域フィルタ 2 1, 2 2 では、A / D 変換器 2 3, 2 4 で、エイリアシングを生じることがないように、アンチエイリアシングフィルタの機能も有するものである。

【 0 0 0 7 】

A / D 変換器 2 3 では、クロック信号生成回路 2 5 から供給されたクロック信号 C K a でサンプリングを行い、復調信号 P I s をデジタルの受信データ D I に変換して信号処理回路 3 0 に供給する。また、A / D 変換器 2 4 では、クロック信号生成回路 2 5 から供給されたクロック信号 C K a でサンプリングを行い、復調信号 P Q s をデジタルの受信データ D Q に変換して信号処理回路 3 0 に供給する。信号処理回路 3 0 では、受信データ D I, D Q を用いて誤り検出訂正処理等を行い、正しい受信データを生成する。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような受信装置において、中間周波信号 R IFs から復調信号 P I, P Q を得るためには、発振信号 V C R を生成する発振器や発振信号 V C R から位相差がほぼ 90° の信号 V I - C R, V Q - C R を生成する移相器、信号 V I - C R, V Q - C R と中間周波信号 R IFs を掛け合わせる周波数変換器等が必要となり、簡単な回路構成で復調信号を得ることができない。

【 0 0 0 9 】

また、集積回路化のために低域フィルタ 2 1, 2 2 として、例えば G m - C などのフィルタを用いるものとした場合、低域フィルタ 2 1, 2 2 では、ベースバ

ンド成分すなわち周波数の低い信号を抽出するため、 $1/f$ ノイズの影響が大きくなってしまいます。また、ダイナミックレンジが大きくないことから、低域フィルタ 21, 22 に入力する信号の減衰器や低域フィルタ 21, 22 から出力された信号の増幅器が必要となってしまう場合もある。

【0010】

さらに、受信装置では、受信信号 RB を 2 つの周波数変換器に供給して、一方の周波数変換器には受信信号 RB の周波数と近接した局部発振周波数の信号 VI-CR' を供給するとともに、他方の周波数変換器には同様な局部発振周波数の信号 VQ-CR' を供給することで、受信信号 RB から復調信号 PI, PQ を直接生成するダイレクトコンバージョン方式の受信装置も知られている。

【0011】

このようなダイレクトコンバージョン方式の受信装置では、高周波を扱う周波数変換器が 2 つ必要となることから消費電力が大きくなり、携帯用の受信装置では好ましくない。また、受信信号 RB の周波数と局部発振周波数が近接しているため、局部発振周波数の信号が受信信号 RB に対して飛び込みやすく、この影響を除くためには、フィルタの次数やフィルタ特性の Q を高く設計しなければならない。さらに、高次フィルタを用いるものとしたり Q を高く設計すると、集積回路化したときにフィルタ部分のチップ面積が大きくなりコストアップとなってしまう。

【0012】

そこで、この発明では、簡単な構成で容易に良好な復調信号を得ることができる復調回路および受信装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る復調回路は、変調信号をサンプリングするサンプリング手段と、前記サンプリング手段でサンプリングした信号を合成して保持する信号合成手段と、前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる極性調整手段と、前記変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」 ($m:0$ または自然数) の周波数で前記変調信号をサンプリン

グするように前記サンプリング手段を駆動するとともに、「 π 」の位相差を有した信号を合成して保持するように前記信号合成手段を駆動して、前記信号合成手段で復調信号を生成させる復調制御手段とを有するものである。

【0014】

また、変調信号をサンプリングするサンプリング手段と、スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段と、前記サンプリング手段でサンプリングした信号に基づき、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段でフィルタ処理する信号を生成する信号生成手段と、前記変調信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数) の周波数で前記変調信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動して、前記サンプリングした信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づくフィルタ処理する信号を前記信号生成手段から前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給させて、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から復調信号を出力させる復調制御手段とを有するものである。

【0015】

この発明に係る受信装置は、受信信号あるいは前記受信信号に基づいて生成した中間周波信号をサンプリングするサンプリング手段と、前記サンプリング手段でサンプリングした信号を合成して保持する信号合成手段と、前記信号合成手段で合成する信号の極性を一致させる極性調整手段と、前記受信信号あるいは中間周波信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数) の周波数で前記受信信号あるいは中間周波信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動するとともに、「 π 」の位相差を有した信号を合成して保持するように前記信号合成手段を駆動して、前記信号合成手段で前記受信信号あるいは中間周波信号の復調信号を生成させる復調制御手段とを有するものである。

【0016】

また、受信信号あるいは中間周波信号をサンプリングするサンプリング手段と、スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段と、前記サンプリング手段でサンプリングした信号に基づき、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段でフィルタ

処理する信号を生成する信号生成手段と、前記変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数で前記変調信号をサンプリングするように前記サンプリング手段を駆動して、前記サンプリングした信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づくフィルタ処理する信号を前記信号生成手段から前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給させて、前記スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から復調信号を出力させる復調制御手段とを有するものである。

【0017】

この発明においては、受信信号や中間周波信号変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数でサンプリングを行い、位相差が「 0 」「 $\pi/2$ 」「 π 」「 $3\pi/2$ 」の信号を生成して、「 π 」の位相差を有する信号の極性を合わせて、すなわち位相差「 0 」と位相差「 π 」の信号の極性を合わせて合成して直交する1つの復調信号が生成される。また位相差「 $\pi/2$ 」と位相差「 $3\pi/2$ 」の信号の極性を合わせて直交する他方の復調信号が生成される。ここで、極性を合わせて合成する場合、予め極性を反転した信号を生成してサンプリングを行い、得られた信号を合成する。あるいはサンプリング行って得られた信号の極性を反転させてから合成することが行われる。また、サンプリングした信号を用いてフィルタ処理を行う信号を生成して、この信号をスイッチト・キャパシタ・フィルタに供給することで、フィルタ処理が行われた復調信号の生成が行われる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照しながら、この発明の実施の一形態について説明する。図1は、この発明に係る受信装置の構成を示しており、従来の受信装置の周波数変換器17、18や移相器20等に代えて、復調信号生成部40と復調制御部70で復調回路を構成するものである。

【0019】

アンテナ11で受信された信号RAは、低雑音アンプ12に供給する。低雑音アンプ12では、信号RAを増幅して受信信号RBとして周波数変換器13に供

給する。周波数変換器 13 には、発振器 14 から局部発振周波数の信号 RL0 が供給されており、受信信号 RB と信号 RL0 を掛け合わせて受信信号 RB のダウンコンパートを行い中間周波信号 RIF を生成して帯域フィルタ 15 に供給する。

【0020】

帯域フィルタ 15 では、中間周波信号 RIF の帯域制限を行って可変利得アンプ 16 に供給する。可変利得アンプ 16 では、帯域フィルタ 15 から供給された信号を所定の信号レベルに増幅して、中間周波信号 RIFs として復調信号生成部 40 に供給する。

【0021】

復調制御部 70 では、復調信号生成部 40 を駆動するための複数の信号を生成して、復調信号生成部 40 に供給する。なお、複数の信号をまとめて制御信号 DP として示している。

【0022】

復調信号生成部 40 では、制御信号 DP に基づいたサンプリングを行い、中間周波信号 RIFs から復調信号 PI と復調信号 PQ を生成して、復調信号 PI を低域フィルタ 21 に供給するとともに、復調信号 PQ を低域フィルタ 22 に供給する。

【0023】

低域フィルタ 21 では、復調信号 PI から所望のベースバンド成分の信号を抽出して、復調信号 PIs として A/D 変換器 23 に供給する。同様に、低域フィルタ 22 では、復調信号 PQ から所望のベースバンド成分の信号を抽出して、復調信号 PQs として A/D 変換器 24 に供給する。なお、低域フィルタ 21, 22 では、A/D 変換器 23, 24 で、エイリアシングを生じることがないように、アンチエイリアシングフィルタの機能も有するものである。

【0024】

クロック信号生成部 75 では、復調制御部 70 から供給された基準信号 Sr の周波数変換を行い、基準信号 Sr に同期したクロック信号 CKa を生成して A/D 変換器 23, 24 に供給する。

【0025】

A/D 変換器 23 では、クロック信号生成部 75 から供給されたクロック信号

C K aでサンプリングを行い、復調信号 P I sをデジタルの受信データ D Iに変換して信号処理部 3 0に供給する。また、A/D変換器 2 4では、クロック信号生成部 7 5から供給されたクロック信号 C K aでサンプリングを行い、復調信号 P Q sをデジタルの受信データ D Qに変換して信号処理部 3 0に供給する。信号処理部 3 0では、受信データ D I, D Qを用いて誤り検出訂正処理等を行い、正しい受信データを生成する。

【 0 0 2 6 】

次に、復調信号生成部 4 0について説明する。直交搬送波を用いて変調された変調信号 S i nをサンプリングして復調信号 P I, P Qを得る場合、サンプリング周波数 F sは、変調信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数に設定する。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、サンプリング周波数 F sを変調信号の周波数に対して「 $1 / (1 + 0.25)$ 倍」した場合のサンプリング位置を示している。なお、図において「 T_s 」はサンプリング周期、「 T_{cr} 」は搬送波の 1 周期を示している。ここで、最初のサンプリング位置(時点 t_1)を基準としたとき、2 番目のサンプリング位置(時点 t_2)は最初のサンプリング位置との位相差が「 $\pi / 2$ 」、3 番目のサンプリング位置(時点 t_3)は最初のサンプリング位置との位相差が「 π 」、4 番目のサンプリング位置(時点 t_4)は最初のサンプリング位置との位相差が「 $3\pi / 2$ 」、5 番目のサンプリング位置(時点 t_5)は最初のサンプリング位置との位相差が「 0 」となり、以下同様の順序で所定の位相差が繰り返される。また、この位相差の関係は、「 $m = 1$ 」の場合だけでなく、「 $m = 0$ 」あるいは「 $m = \text{自然数}$ 」のときにも成り立つものである。

【 0 0 2 8 】

ここで、最初のサンプリング位置の信号が復調信号 P Iの信号レベルを示すものとする、2 番目のサンプリング位置である位相差「 $\pi / 2$ 」の信号は復調信号 P Qの信号レベルを示すものとなる。また、3 番目のサンプリング位置である位相差「 π 」の信号は復調信号 P Iの信号レベルの極性を反転したものとなり、4 番目のサンプリング位置である位相差「 $3\pi / 2$ 」の信号は復調信号 P Qの信

号レベルの極性を反転したものとなる。さらに、5番目のサンプリング位置の信号は復調信号PIの信号レベルを示すものとなる。

【0029】

また、サンプリング周波数Fsを変調信号の周波数に対して「 $1/(m+0.75)$ 倍」した場合、最初のサンプリング位置を基準としたとき、2番目のサンプリング位置は最初のサンプリング位置との位相差が「 $3\pi/2$ 」、3番目のサンプリング位置は最初のサンプリング位置との位相差が「 π 」、4番目のサンプリング位置は最初のサンプリング位置との位相差が「 $\pi/2$ 」、5番目のサンプリング位置は最初のサンプリング位置との位相差が「0」となり、以下同様に繰り返される。

【0030】

このため、「 π 」の位相差を有する信号を選択して、1サンプリングおきに極性を反転すれば、復調信号PIと復調信号PQをそれぞれ生成できることとなる。例えば、「 π 」の位相差を有する信号である時点 $t_1, t_3, t_5, t_7, \dots$ でサンプリングした信号を選択して時点 t_3, t_7, \dots の信号の極性を反転すれば、各サンプリング位置の信号が復調信号PIの信号レベルを示すものとなる。同様に、「 π 」の位相差を有する信号である時点 $t_2, t_4, t_6, t_8, \dots$ でサンプリングした信号を選択して時点 t_4, t_8, \dots の信号の極性を反転すれば、各サンプリング位置の信号が復調信号PQの信号レベルを示すものとなる。

【0031】

このように、変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数でサンプリングを行い、「 π 」の位相差を有した信号を用いて極性を一致させてから合成すれば、簡単に復調信号を生成できる。また、「 m 」の値を大きくすることにより、低いサンプリング周波数で復調信号PI, PQを生成できることとなる。

【0032】

図3は、復調信号生成部の第1の構成を示している。この復調信号生成部40aは、サンプリングブロック40a-1において、サンプリング周波数Fsで中間周波信号RIFsをサンプリングして、位相差が「0」, 「 $\pi/2$ 」, 「 π 」, 「

「 $3\pi/2$ 」の信号を生成する。その後、極性調整ブロック 4 0 a-2 によって、位相差「 π 」の信号と位相差「 $3\pi/2$ 」の信号の極性を反転させるとともに、信号合成ブロック 4 0 a-3 によって、位相差「0」の信号と極性が反転された位相差「 π 」の信号を合成して復調信号 P I を得るとともに、位相差「 $\pi/2$ 」の信号と極性が反転された位相差「 $3\pi/2$ 」の信号を合成して復調信号 P Q を得るものである。

【 0 0 3 3 】

中間周波信号 R I F s は、サンプリングブロック 4 0 a-1 のサンプルホールド回路 4 1 1 に供給する。サンプルホールド回路 4 1 1 では、復調制御部 7 0 から供給された制御信号 D P の 1 つである制御信号 ϕs に基づいて、中間周波信号 R I F s をサンプリングする。この制御信号 ϕs は、サンプリング周波数 F s の信号である。また、サンプルホールド回路 4 1 1 でサンプリングした信号は、サンプルホールド出力信号 V s として信号切換回路 4 1 2 の可動端子 a に供給する。

【 0 0 3 4 】

信号切換回路 4 1 2 の端子 b は、サンプルホールド回路 4 1 3-1 と接続するとともに、端子 c は、サンプルホールド回路 4 1 3-2 と接続する。また、端子 d, e は、サンプルホールド回路 4 1 3-3, 4 1 3-4 と接続する。信号切換回路 4 1 2 では、復調制御部 7 0 から供給された切換信号 S S に基づいて、可動端子 a を端子 b, c, d, e のいずれかの位置に切り換える。例えば、サンプリング周波数 F s が「 $1/(m+0.25)$ 倍」であるとき、可動端子 a を端子 b, c, d, e, b, c... の順に繰り返し切り換える。また、サンプリング周波数 F s が「 $1/(m+0.75)$ 倍」であるときには、位相差「 $\pi/2$ 」と位相差「 $3\pi/2$ 」の信号の順序が「 $1/(m+0.25)$ 倍」の場合と逆となる。このため、可動端子 a を端子 b, e, d, c, b, e... の順に繰り返し切り換える。

【 0 0 3 5 】

サンプルホールド回路 4 1 3-1 では、復調制御部 7 0 から供給された制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 1$ に基づき、信号切換回路 4 1 2 を介して供給されたサンプルホールド出力信号 V s を保持する。同様に、サンプルホールド回路 4

1 3 -2では、復調制御部 7 0 から供給された制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 2$ に基づき、サンプルホールド回路 4 1 3 -1 に保持された信号に対して位相差「 $\pi / 2$ 」であるサンプルホールド出力信号 V s を保持する。サンプルホールド回路 4 1 3 -3では、復調制御部 7 0 から供給された制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 3$ に基づき、サンプルホールド回路 4 1 3 -1 に保持された信号に対して位相差「 π 」であるサンプルホールド出力信号 V s を保持する。サンプルホールド回路 4 1 3 -4では、復調制御部 7 0 から供給された制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 4$ に基づき、サンプルホールド回路 4 1 3 -1 に保持された信号に対して位相差「 $3 \pi / 2$ 」であるサンプルホールド出力信号 V s を保持する。

【 0 0 3 6 】

サンプルホールド回路 4 1 3 -1 からの出力信号は、サンプルホールド出力信号 V s -1 として、極性調整ブロック 4 0 a -2 の同相増幅器 4 1 4 -1 に供給する。サンプルホールド回路 4 1 3 -2 からの出力信号はサンプルホールド出力信号 V s -2 として同相増幅器 4 1 4 -2 に供給する。また、サンプルホールド回路 4 1 3 -3 からの出力信号はサンプルホールド出力信号 V s -3 として逆相増幅器 4 1 5 -1 に供給する。サンプルホールド回路 4 1 3 -4 からの出力信号は、サンプルホールド出力信号 V s -4 として逆相増幅器 4 1 5 -2 に供給する。

【 0 0 3 7 】

同相増幅器 4 1 4 -1 では、サンプルホールド出力信号 V s -1 を利得 k で増幅して信号 V o i -1 として信号切換回路 4 1 6 の端子 a に供給する。同相増幅器 4 1 4 -2 では、サンプルホールド出力信号 V s -2 を利得 k で増幅して信号 V o q -1 として信号切換回路 4 1 7 の端子 a に供給する。逆相増幅器 4 1 5 -1 では、サンプルホールド出力信号 V s -3 を利得 -k で増幅することにより、極性を信号 V o i -1 と一致させて、信号 V o i -2 として信号切換回路 4 1 6 の端子 b に供給する。逆相増幅器 4 1 5 -2 では、サンプルホールド出力信号 V s -4 を利得 -k で増幅することにより、極性を信号 V o q -1 と一致させて、信号 V o q -2 として信号切換回路 4 1 7 の端子 b に供給する。

【 0 0 3 8 】

信号合成ブロック 4 0 a -3 の信号切換回路 4 1 6 では、復調制御部 7 0 から供

給された制御信号DPの1つである切換信号SCaに基づき、サンプリング周波数Fsの1/2倍の周波数で可動端子cを端子aと端子bを交互に切り換えることで2つの信号を1つの信号に合成して、この合成した信号を復調信号PIとして出力する。また、信号切換回路417では、復調制御部70から供給された切換信号SCbに基づき、サンプリング周波数Fsの1/2倍の周波数で可動端子cを端子aと端子bを交互に切り換えることで2つの信号を1つの信号に合成して、この合成した信号を復調信号PQとして出力する。なお、切換信号SCaと切換信号SCbは、1サンプリング期間の位相差を有するものである。

【0039】

図4A～図4Qは、復調信号生成部40aにおける各部の信号を示している。図4Aは中間周波信号RIFs、図4Bは制御信号φsを示している。なお、図ではサンプリング周波数Fsが「1/(1+0.25)倍」の場合を示している。

【0040】

サンプルホールド回路411では、制御信号φsの立ち上がりで中間周波信号RIFsのサンプル動作を開始するとともに、制御信号φsの立ち下がりで中間周波信号RIFsの信号レベルを保持して、図4Cに示すサンプルホールド出力信号Vsを生成する。例えば制御信号φsの立ち上がりである時点t11で、中間周波信号RIFsのサンプル動作を開始するとともに、制御信号φsの立ち下がりである時点t12で中間周波信号RIFsの信号レベルLaを制御信号φsの次の立ち上がりまでホールドすることで、サンプルホールド出力信号Vsを生成する。以下同様にしてサンプルホールド動作を行うと、制御信号φsに基づいて保持された信号は、時点t12で保持された信号を位相差「0」の信号としたとき、位相差「 $\pi/2$ 」の信号、位相差「 π 」の信号、位相差「 $3\pi/2$ 」の信号、位相差「0」の信号・・・の順序となる。

【0041】

信号切換回路412は、図4Dに示す切換信号SSに基づき、サンプルホールド出力信号Vsをサンプルホールド回路413-1～413-4に振り分ける。例えば時点t12でサンプルホールド回路411がホールド状態とされたときには、切換信号SSによって可動端子aを端子bに切り換えて、サンプルホールド出力信

号Vsをサンプルホールド回路4 1 3-1に供給する。

【0 0 4 2】

サンプルホールド回路4 1 3-1では、図4 Eに示す制御信号 $\phi 1$ に基づき、供給されたサンプルホールド出力信号Vsのサンプルホールド動作を行う。ここで、制御信号 $\phi 1$ がハイレベル「H」の期間中は信号の取り出しを行い、制御信号 $\phi 1$ の立ち下がりである時点 t_{13} から次の制御信号 $\phi 1$ の立ち上がりまでサンプルホールド出力信号Vsの信号レベル L_a を保持する。このため、同相増幅器4 1 4-1から出力される信号 V_{oi-1} は図4 Jに示すように、サンプルホールド出力信号Vsがサンプルホールド回路4 1 3-1に供給された時点 t_{12} で信号レベルが $(k \times L_a)$ となる。

【0 0 4 3】

さらに、信号切換回路4 1 6では、図4 Mに示す切換信号SCaに基づき、サンプルホールド回路4 1 3-1がホールド状態とされた時点 t_{13} で可動端子cを端子a側に設定することにより、可動端子cから出力される復調信号PIは、図4 Pに示すように信号レベルが $(k \times L_a)$ となる。

【0 0 4 4】

時点 t_{14} で、制御信号 ϕs の立ち下がりが生ずると、信号切換回路4 1 2は切換信号SSに基づき、可動端子aを端子bから端子cに切り換えて、サンプルホールド出力信号Vsをサンプルホールド回路4 1 3-2に供給する。

【0 0 4 5】

サンプルホールド回路4 1 3-2では、図4 Fに示す制御信号 $\phi 2$ に基づき、供給されたサンプルホールド出力信号Vsのサンプルホールド動作を行う。ここで、制御信号 $\phi 2$ がハイレベル「H」の期間中は信号の取り出しを行い、制御信号 $\phi 2$ の立ち下がりである時点 t_{15} から次の制御信号 $\phi 1$ の立ち上がりまでサンプルホールド出力信号Vsの信号レベル L_b （図では $L_b = 0$ ）を保持する。このため、同相増幅器4 1 4-2から出力される信号 V_{oq-1} は図4 Kに示すように信号レベルが $(k \times L_b = 0)$ となる。

【0 0 4 6】

さらに、信号切換回路4 1 7では、図4 Nに示す切換信号SCbに基づき、サ

ンプルホールド回路 4 1 3-2 がホールド状態とされた時点 t_{15} で可動端子 c を端子 a 側に設定することにより、可動端子 c から出力される復調信号 PQ は、図 4 Q に示す信号レベルが ($k \times Lb = 0$) となる。

【 0 0 4 7 】

時点 t_{16} で、制御信号 ϕs の立ち下がりが生ずると、信号切換回路 4 1 2 は切換信号 SS に基づき、可動端子 a を端子 c から端子 d に切り換えて、サンプルホールド出力信号 Vs をサンプルホールド回路 4 1 3-3 に供給する。

【 0 0 4 8 】

サンプルホールド回路 4 1 3-3 では、図 4 G に示す制御信号 $\phi 3$ に基づき、供給されたサンプルホールド出力信号 Vs のサンプルホールド動作を行う。ここで、制御信号 $\phi 3$ がハイレベル「H」の間中は信号の取り出しを行い、制御信号 $\phi 3$ の立ち下がりである時点 t_{17} から次の制御信号 $\phi 3$ の立ち上がりまでサンプルホールド出力信号 Vs の信号レベル $-La$ を保持する。このため、逆相増幅器 4 1 5-1 から出力される信号 $Voi-2$ は図 4 L に示すように信号レベルが ($-k \times -La$) となる。

【 0 0 4 9 】

さらに、信号切換回路 4 1 6 では、図 4 M に示す切換信号 SCa に基づき、サンプルホールド回路 4 1 3-3 がホールド状態とされた時点 t_{17} で可動端子 c を端子 b 側に設定することにより、可動端子 c から出力される復調信号 PI は、図 4 P に示す信号レベル ($-k \times -La$) となる。

【 0 0 5 0 】

その後、制御信号 ϕs の立ち下がりが生ずると、信号切換回路 4 1 2 は切換信号 SS に基づき、可動端子 a を端子 d から端子 e に切り換えて、サンプルホールド出力信号 Vs をサンプルホールド回路 4 1 3-4 に供給する。また、サンプルホールド回路 4 1 3-4 では、図 4 H に示す制御信号 $\phi 4$ に基づき、供給されたサンプルホールド出力信号 Vs のサンプルホールド動作を行い、制御信号 $\phi 4$ の立ち下がりタイミングの信号レベル ($-Lb$) を、サンプリング信号の信号レベルとして制御信号 $\phi 4$ の次の立ち上がりまで保持する。このため、逆相増幅器 4 1 5-2 から出力される信号 $Voi-2$ は図 4 K に示すように信号レベルが ($-k \times -Lb =$

0) となる。さらに、信号切換回路 4 1 7 では、図 4 N に示す切換信号 SCb に基づき、サンプルホールド回路 4 1 3-4 がホールド状態とされたタイミングで可動端子 c を端子 b 側に設定することにより、可動端子 c から出力される復調信号 PQ は、図 4 Q に示すように信号レベルが $(-k \times -Lb = 0)$ となる。

【0051】

次に、復調信号生成部の第 2 の構成を図 5 に示す。上述の第 1 の構成では、中間周波信号 $RIFs$ をサンプルホールドしてから合成する信号の極性を一致させるものとしたが、第 2 の構成の復調信号生成部 4 0 b では、極性調整ブロック 4 0 b-1 で極性の反転された中間周波信号 $RIFs$ を予め生成するとともに、サンプリングブロック 4 0 b-2 では、中間周波信号 $RIFs$ あるいは極性の反転された中間周波信号 $RIFs$ を選択してサンプルホールドするものとし、このサンプルホールドによって保持された信号を信号合成ブロック 4 0 b-3 で合成して復調信号 PI , PQ を得るものである。

【0052】

中間周波信号 $RIFs$ は、極性調整ブロック 4 0 b-1 の同相増幅器 4 2 1-1, 4 2 1-2 および逆相増幅器 4 2 2-1, 4 2 2-2 に供給する。同相増幅器 4 2 1-1 では、中間周波信号 $RIFs$ を利得 k で増幅して、信号 $RIFs-a$ としてサンプリングブロック 4 0 b-2 を構成するスイッチ回路 4 2 3-1 の一方の端子に供給する。また、同相増幅器 4 2 1-2 では、中間周波信号 $RIFs$ を利得 k で増幅して、信号 $RIFs-a$ としてスイッチ回路 4 2 3-2 の一方の端子に供給する。逆相増幅器 4 2 2-1 では、中間周波信号 $RIFs$ を利得 $-k$ で増幅することにより極性を反転して、信号 $RIFs-b$ としてスイッチ回路 4 2 3-3 の一方の端子に供給する。また、逆相増幅器 4 2 2-2 では、中間周波信号 $RIFs$ を利得 $-k$ で増幅することにより極性を反転して、信号 $RIFs-b$ としてスイッチ回路 4 2 3-4 の一方の端子に供給する。なお、スイッチ回路 4 2 3 は復調信号生成部 4 0 b を集積回路化する場合、例えばトランスファゲートを用いるものとする。また、後述するスイッチ回路も同様である。

【0053】

スイッチ回路 4 2 3-1, 4 2 3-3 の他方の端子は、信号合成ブロック 4 0 b-3 を構成するコンデンサ 4 2 4 の一方の端子とサンプルホールド回路 4 2 6 に接続

する。また、スイッチ回路 4 2 3-2, 4 2 3-4 の他方の端子はコンデンサ 4 2 5 の一方の端子とサンプルホールド回路 4 2 7 に接続する。コンデンサ 4 2 4, 4 2 5 の他方の端子は接地する。

【 0 0 5 4 】

スイッチ回路 4 2 3-1 は、復調制御部 7 0 からの制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 11$ に基づき端子間を導通状態としてコンデンサ 4 2 4 を充電する。スイッチ回路 4 2 3-2 は、復調制御部 7 0 からの制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 12$ に基づき端子間を導通状態としてコンデンサ 4 2 5 を充電する。スイッチ回路 4 2 3-3 は、復調制御部 7 0 からの制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 13$ に基づき端子間を導通状態としてコンデンサ 4 2 4 を充電する。さらに、スイッチ回路 4 2 3-4 は、復調制御部 7 0 からの制御信号 D P の 1 つである制御信号 $\phi 14$ に基づき端子間を導通状態としてコンデンサ 4 2 5 を充電する。

【 0 0 5 5 】

制御信号 $\phi 11 \sim 14$ は、スイッチ回路 4 2 3-1 \sim 4 2 3-4 の何れか 1 つのみを切り換えて導通状態とするとともに、スイッチを非導通状態に切り換えるタイミングの周波数を、中間周波信号 R I F s の周波数に対して「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」の周波数、あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」($m: 0$ または自然数) の周波数とするものである。ここで、例えば「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」の周波数としたときには、スイッチ回路 4 2 3-1 を非導通状態としたタイミングを基準としたとき、位相差「 $\pi / 2$ 」でスイッチ回路 4 2 3-2 を非導通状態に切り換える。また、位相差「 π 」でスイッチ回路 4 2 3-3 を非導通状態に切り換えるとともに、位相差「 $3\pi / 2$ 」でスイッチ回路 4 2 3-4 を非導通状態に切り換える。

【 0 0 5 6 】

コンデンサ 4 2 4 の端子間電圧 V_{cpa} は、スイッチ回路 4 2 3-1 あるいはスイッチ回路 4 2 3-3 が非導通状態とされてから次にスイッチ回路 4 2 3-1 あるいはスイッチ回路 4 2 3-3 が導通状態とされるまで、非導通状態とされたときの中間周波信号 R I F s の信号レベルに応じた端子間電圧を保持することとなる。同様に、コンデンサ 4 2 5 の端子間電圧 V_{cpb} は、スイッチ回路 4 2 3-2 あるいはスイッチ回路 4 2 3-4 が非導通状態とされてから次にスイッチ回路 4 2 3-2 あるいは

スイッチ回路 423-4 が導通状態とされるまで、非導通状態とされたときの中間周波信号 RIFs の信号レベルに応じた端子間電圧 V_{cpb} を保持することとなる。

【0057】

サンプルホールド回路 426 は、復調制御部 70 からの制御信号 DP の 1 つである制御信号 $\phi 16$ に基づき、コンデンサ 424 で保持されている電圧をサンプルホールドして復調信号 PI として出力する。また、サンプルホールド回路 427 は、復調制御部 70 からの制御信号 DP の 1 つである制御信号 $\phi 15$ に基づき、コンデンサ 425 で保持されている電圧をサンプルホールドして復調信号 PQ として出力する。

【0058】

図 6 は、復調信号生成部 40b における各部の信号を示している。図 6A は同相増幅器 421-1、421-2 から出力された信号 RIFs-a (実線) と、逆相増幅器 422-1、422-2 から出力された信号 RIFs-b (破線) を示している。また、図 6B～6G は制御信号 $\phi 11 \sim \phi 16$ を示している。

【0059】

時点 t_{21} で制御信号 $\phi 11$ がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路 423-1 が導通状態となり、コンデンサ 425 の端子間電圧 V_{cpa} は、図 6H に示すように信号 RIFs-a の信号レベルと等しくなる。時点 t_{22} で制御信号 $\phi 11$ がローレベル「L」となると、スイッチ回路 423-1 が非導通状態となり、コンデンサ 425 の端子間電圧 V_{cpa} は、時点 t_{22} の信号レベル ($k \times L_a$) を保持する。

【0060】

時点 t_{23} で制御信号 $\phi 12$ がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路 423-2 が導通状態となり、コンデンサ 426 の端子間電圧 V_{cpb} は、図 6J に示すように信号 RIFs-a の信号レベルと等しくなる。また、時点 t_{23} で制御信号 $\phi 16$ がハイレベル「H」とされると、サンプルホールド回路 426 ではサンプル動作を開始してコンデンサ 424 で保持している端子間電圧 V_{cpa} に応じた信号を図 6K に示すように復調信号 PI として出力する。

【0061】

時点 t_{24} で制御信号 $\phi 12$ がローレベル「L」とされると、スイッチ回路 423

-2が非導通状態となり、コンデンサ425の端子間電圧 V_{cpb} は、時点 t_{24} のレベル($k \times L_b = 0$)を保持する。また、時点 t_{24} で制御信号 ϕ_{16} がローレベル「L」とされると、サンプルホールド回路426では時点 t_{24} の信号レベル($k \times L_a$)を保持して引き続き復調信号PIとして出力する。

【0062】

時点 t_{25} で制御信号 ϕ_{13} がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路423-3が導通状態となり、コンデンサ424の端子間電圧 V_{cpa} は、図6Jに示すように信号RIFs-bの信号レベルと等しくなる。また、時点 t_{25} で制御信号 ϕ_{15} がハイレベル「H」とされると、サンプルホールド回路427ではサンプル動作を開始してコンデンサ425で保持している端子間電圧 V_{cpb} に応じた信号を図6Lに示すように復調信号PQとして出力する。

【0063】

時点 t_{26} で制御信号 ϕ_{13} がローレベル「L」とされると、スイッチ回路423-3が非導通状態となり、コンデンサ424の端子間電圧 V_{cpa} は、時点 t_{26} のレベル($-k \times -L_a$)を保持する。また、時点 t_{26} で制御信号 ϕ_{15} がローレベル「L」とされると、サンプルホールド回路427では時点 t_{26} の信号レベルを保持して引き続き復調信号PQとして出力する。

【0064】

時点 t_{27} で制御信号 ϕ_{14} がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路423-4が導通状態となり、コンデンサ425の端子間電圧 V_{cpb} は、図6Jに示すように信号RIFs-bの信号レベルと等しくなる。また、時点 t_{27} で制御信号 ϕ_{16} がハイレベル「H」とされると、サンプルホールド回路427ではサンプル動作を開始してコンデンサ424で保持している端子間電圧 V_{cpa} に応じた信号を復調信号PIとして出力する。

【0065】

時点 t_{28} で制御信号 ϕ_{14} がローレベル「L」とされると、スイッチ回路423-4が非導通状態となり、コンデンサ425の端子間電圧 V_{cpb} は、時点 t_{28} のレベル($-k \times -L_b$)を保持する。また、時点 t_{28} で制御信号 ϕ_{16} がローレベル「L」とされると、サンプルホールド回路426では時点 t_{28} の信号レベルを保

持して引き続き復調信号PIとして出力する。以下同様な処理を行うことで、極性の反転された中間周波信号RIFsを生成して、この中間周波信号RIFsあるいは極性の反転された中間周波信号RIFsを選択してサンプルホールドすることでも復調信号PI、PQを得ることができる。

【0066】

ところで、集積回路では、素子特性のばらつきや温度による特性変化のばらつきの影響等を少なくするために差像増幅器を用いることが多い。このため、差動回路で構成した復調信号生成部を第3の構成として図7に示す。この第3の構成の復調信号生成部40cでは、サンプリングブロック40c-1によって、復調制御部70からの制御信号DPに基づき中間周波信号RIFsのサンプリングあるいは極性を反転したサンプリングを行うものとし、このサンプリングされた信号を信号合成ブロック40c-2で合成して復調信号PI、PQを得るものである。

【0067】

中間周波信号RIFsは、復調信号生成部40cの入力端子431p、431n間に入力する。入力端子431pは、サンプリングブロック40c-1のスイッチ回路432-1を介して、信号合成ブロック40c-2を構成する差動増幅器436の反転入力端子と接続する。また、スイッチ回路432-4を介して差動増幅器436の非反転入力端子と接続する。さらに、スイッチ回路433-1を介して差動増幅器437の反転入力端子と接続するとともに、スイッチ回路433-4を介して差動増幅器437の非反転入力端子と接続する。

【0068】

入力端子431nは、スイッチ回路432-2を介して差動増幅器436の非反転入力端子と接続するとともに、スイッチ回路432-3を介して差動増幅器436の反転入力端子と接続する。また、スイッチ回路433-2を介して差動増幅器437の非反転入力端子と接続するとともに、スイッチ回路433-3を介して差動増幅器437の反転入力端子と接続する。さらに、差動増幅器436の入力端子間にコンデンサ434を設けるとともに、差動増幅器437の入力端子間にコンデンサ435を設けるものとする。

【0069】

スイッチ回路 4 3 2-1, 4 3 2-2は、上述の制御信号 $\phi 11$ で駆動する。同様に、スイッチ回路 4 3 3-1, 4 3 3-2は、制御信号 $\phi 12$ で駆動するとともに、スイッチ回路 4 3 2-3, 4 3 2-4は、制御信号 $\phi 3$ で駆動する。さらに、スイッチ回路 4 3 3-3, 4 3 3-4は、制御信号 $\phi 4$ によって駆動する。

【 0 0 7 0 】

ここで、制御信号 $\phi 13$ でスイッチ回路 4 3 2-3, 4 3 2-4を導通状態とすると、差動増幅器 4 3 6 の入力端子間には、制御信号 $\phi 11$ でスイッチ回路 4 3 2-1, 4 3 2-2を導通状態とした場合と逆極性で中間周波信号 R IFs が供給されることとなる。同様に、制御信号 $\phi 14$ でスイッチ回路 4 3 3-3, 4 3 3-4を導通状態とすると、差動増幅器 4 3 7 の入力端子間には、制御信号 $\phi 12$ でスイッチ回路 4 3 3-1, 4 3 3-2を導通状態とした場合と逆極性で中間周波信号 R IFs が供給されることとなる。このため、逆相増幅器を設けていなくとも、逆相増幅器を設けた場合と同様に差動増幅器 4 3 6, 4 3 7 に中間周波信号 R IFs を供給できる。

【 0 0 7 1 】

差動増幅器 4 3 6 では、入力端子間電圧すなわちコンデンサ 4 3 4 の端子間電圧 V_{cpc} に応じた差動出力信号を生成して差動出力端子からサンプルホールド回路 4 3 8 に供給する。また、差動増幅器 4 3 7 では、入力端子間電圧すなわちコンデンサ 4 3 5 の端子間電圧 V_{cpd} に応じた差動出力信号を生成して差動出力端子からサンプルホールド回路 4 3 9 に供給する。

【 0 0 7 2 】

サンプルホールド回路 4 3 8 では、制御信号 $\phi 16$ に基づき、差動増幅器 4 3 6 から出力された差動出力信号のサンプルホールドを行い、復調信号 P I を差動信号として出力する。サンプルホールド回路 4 3 9 では、制御信号 $\phi 15$ に基づき、差動増幅器 4 3 6 から出力された差動出力信号のサンプルホールドを行い、復調信号 P Q を差動信号として出力する。

【 0 0 7 3 】

図 8 は、復調信号生成部 4 0 c における各部の信号を示している。図 8 A は中間周波信号 R IFs、図 8 B ~ 8 G は制御信号 $\phi 11 \sim \phi 16$ を示している。この復調信号生成部 4 0 c では、制御信号 $\phi 11$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路

4 3 2-1, 4 3 2-2が導通状態とされたとき、コンデンサ4 3 4の端子間電圧 V_{cpc} が図 8 Hに示すように中間周波信号 $RIFs$ の信号レベルと等しくなるとともに、非導通状態とされたときのレベルが保持される。また、制御信号 $\phi 13$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路4 3 2-3, 4 3 2-4が導通状態とされたとき、コンデンサ4 3 4の端子間電圧 V_{cpc} が中間周波信号 $RIFs$ の信号レベルを逆極性としたものと等しくなるとともに、非導通状態とされたときのレベルが保持される。このコンデンサ4 3 4の端子間電圧 V_{cpc} が保持されているときに差動増幅器4 3 6から出力された信号が、制御信号 $\phi 16$ に基づきサンプルホールド回路4 3 8でサンプリングされて、図 8 Kに示す復調信号 PI がサンプルホールド回路4 3 8から差動信号として出力される。

【 0 0 7 4 】

また、制御信号 $\phi 12$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路4 3 3-1, 4 3 3-2が導通状態とされたとき、コンデンサ4 3 5の端子間電圧 V_{cpd} が図 8 Jに示すように中間周波信号 $RIFs$ の信号レベルと等しくなるとともに、非導通状態とされたときのレベルが保持される。また、制御信号 $\phi 14$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路4 3 3-3, 4 3 3-4が導通状態とされたとき、コンデンサ4 3 5の端子間電圧 V_{cpd} が中間周波信号 $RIFs$ の信号レベルを逆極性としたものと等しくなるとともに、非導通状態とされたときのレベルが保持される。このコンデンサ4 3 5の端子間電圧 V_{cpd} が保持されているときに差動増幅器4 3 7から出力された信号が、制御信号 $\phi 15$ に基づきサンプルホールド回路4 3 9でサンプリングされて、図 8 Lに示す復調信号 PQ がサンプルホールド回路4 3 9から差動信号として出力される。このように、差動回路で復調信号生成部を構成しても、復調信号 PI , PQ を生成できる。

【 0 0 7 5 】

また、上述の復調信号生成部4 0 a, 4 0 b, 4 0 cでは、中間周波信号 $RIFs$ を用いて復調信号 PI , PQ を生成するものとしたが、低雑音アンプ1 2から出力された受信信号 RB をサンプリングして復調信号 PI , PQ を生成することもできる。この場合、サンプリング周波数 F_s は、受信信号の周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m: 0$ または自然数

）の周波数に設定してサンプリングを行い、位相差「 π 」の信号の極性を一致させて合成する。このように受信信号RBから復調信号PI, PQを直接生成することで、周波数変換器等を用いることなく簡単に復調信号PI, PQを得ることができる。また、「m」の値を大きくすることで、高い周波数での処理を行うことなく復調信号PI, PQを得ることもできる。

【0076】

ところで、図9に示すように、MOS型トランジスタで構成されたスイッチ回路を介してコンデンサCHの充電を行った場合、制御信号 ϕ_c によってトランジスタがオン状態からオフ状態に切り換えられたときに、反転層の電荷が破線で示すように信号源側とコンデンサ側に流れて、この電荷によってコンデンサCHが充電されてしまう所謂チャージインジェクションが生じることが知られている。ここで、反転層の電荷がコンデンサ側に流れると、コンデンサCHの容量によっては、流れ込んだ反転層の電荷によって端子間電圧が変動してしまう。このため、例えば中間周波信号RIFsの信号レベルをサンプルホールドしたときにチャージインジェクションが生じると、中間周波信号RIFsの信号レベルを保持するコンデンサの端子間電圧は、中間周波信号RIFsの信号レベルに応じた電圧レベルを示さなくなってしまう場合がある。

【0077】

このため、このような影響を受けることがないように、図10に示すユニティ・ゲイン・サンプルバッファを用いて、中間周波信号RIFsのサンプリングを行う。

【0078】

図10において、トランジスタ701-pのソースはコンデンサ702-pとトランジスタ703-pのドレインに接続する。コンデンサ702-pの他方の端子はトランジスタ704-pのドレインと差動増幅器705の反転入力端子に接続する。トランジスタ703-p, 704-pのソースは差動増幅器705の正極側出力端子に接続する。

【0079】

トランジスタ701-nのソースはコンデンサ702-nとトランジスタ703-n

のドレインに接続する。コンデンサ702-nの他方の端子はトランジスタ704-nのドレインと差動増幅器705の非反転入力端子に接続する。トランジスタ703-n, 704-nのソースは差動増幅器705の負極側出力端子に接続する。

【0080】

図11は、ユニティ・ゲイン・サンプルバッファの駆動信号を示している。トランジスタ701-p, 701-nを駆動する図11Aに示す制御信号 ϕ_{c1} よりも先に図11Bに示す制御信号 ϕ_{c2} によってトランジスタ704-p, 704-nをオフ状態とすると、コンデンサ702-p, 702-nの他方の端子は仮想接地となってハイインピーダンス状態となる。このため、トランジスタ701-p, 701-nからコンデンサ702-p, 702-nに電荷が注入されなくなり、差動増幅器705から中間周波信号RIFsの信号レベルに応じた正しい出力信号を得ることができる。また、電荷が注入されても、コンデンサ702-p, 702-nの他方の端子は仮想接地となっているので、差動増幅器705の入力信号に関係しない。さらに、差動動作によって、電荷の注入による影響が相殺されるので、電荷の注入による影響が出力信号に現れることも防止できる。なお、図11Cに示す制御信号 ϕ_{c3} は、制御信号 ϕ_{c1} によってトランジスタ701-p, 701-nをオフ状態とした後にトランジスタ703-p, 703-nをオン状態とする信号である。

【0081】

このように、ユニティ・ゲイン・サンプルバッファを用いるものとすれば、チャージインジェクションの影響のない高精度の復調信号PI, PQを得ることができる。

【0082】

ところで、上述の実施の形態では、復調信号生成部40a, 40b, 40cで復調信号PI, PQを生成して、この生成した復調信号PIを低域フィルタ21に供給するとともに、復調信号PQを低域フィルタ22に供給して、低域フィルタ21, 22でフィルタ処理を行うものである。ここで、復調信号生成部40と低域フィルタ21, 22を、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部45に置き換えて、この復調信号生成部45と復調制御部70で復調回路を構成すれば、受信装置の構成をさらに簡単とすることができるとともに、復調信

号生成部45やA/D変換器23, 24を容易に駆動することもできる。

【0083】

図12は、復調信号生成部45を使用した受信装置の構成を示している。なお、図12において、図1と対応する部分については同一符号を付しその詳細な説明は省略する。

【0084】

中間周波信号RIFsは、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部45に供給する。復調信号生成部45では、復調制御部70からの制御信号DPに基づき、中間周波信号RIFsのサンプリングやコンデンサのスイッチング等を行い、復調信号PIsを生成してA/D変換器23に供給する。また、復調信号PQsを生成してA/D変換器24に供給する。A/D変換器23, 24では、復調制御部70から供給されたクロック信号CKbに基づいて復調信号PIs, PQsをデジタル信号に変換して受信データDI, DQとする。

【0085】

図13は、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部45の基本原理を示している。この復調信号生成部45のサンプリングブロック45-1では、上述のサンプリングブロック40a-1, 40b-2, 40c-1と同様に、中間周波信号RIFsに対して「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)のサンプリング周波数Fsで中間周波信号RIFsをサンプリングして、位相差が「0」, 「 $\pi/2$ 」, 「 π 」, 「 $3\pi/2$ 」の信号を抽出する。

【0086】

信号生成ブロック45-2では、サンプリング信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づいてスイッチト・キャパシタ・フィルタでフィルタ処理する信号を生成する。例えば「 π 」の位相差を有した信号でコンデンサを充電して、コンデンサの端子間電圧に応じた信号をバッファ428, 429を介してスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック45-3に供給する。

【0087】

なお、図13では、復調信号生成部40bと同様な構成を示しているが、各サ

ンプリング信号に基づく信号の極性を一致させてフィルタ処理を行うことができれば、同相増幅器と逆相増幅器を設ける必要はない。

【 0 0 8 8 】

スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック 4 5 -3 は、スイッチト・キャパシタ・フィルタで構成する。スイッチト・キャパシタ・フィルタは、例えば差動増幅器 6 1 の反転入力端子に接続される抵抗 R_g を、破線で示すネガティブ・スイッチト・キャパシタ・トランスレジスタンス (Negative Switched Capacitor Transresistance) 6 2 で置き換える。また、差動増幅器 6 1 の反転入力端子と出力端子間に設けられている積分コンデンサ 6 3 に並列接続された帰還用の抵抗 R_f を、破線で示すポジティブ・スイッチト・キャパシタ・トランスレジスタンス (Positive Switched Capacitor Transresistance) 6 4 で置き換えて構成する。

【 0 0 8 9 】

ネガティブ・スイッチト・キャパシタ・トランスレジスタンス 6 2 では、コンデンサ 6 2 2 の一方の端子にスイッチ回路 6 2 1 を設けるとともに、他方の端子にスイッチ回路 6 2 3 を設けるものとする。ここで、スイッチ回路 6 2 1 の可動端子 c を端子 a 側としてコンデンサ 6 2 2 の一方の端子を信号生成ブロック 4 5 -2 と接続するときには、スイッチ回路 6 2 3 の可動端子 c を端子 b 側とすることで他方の端子を接地して、コンデンサ 6 2 2 の充電を行う。その後、スイッチ回路 6 2 1 の可動端子 c を端子 b 側としてコンデンサ 6 2 2 の一方の端子を接地するとともに、スイッチ回路 6 2 3 の可動端子 c を端子 a 側とすることで他方の端子を反転入力端子と接続して、充電された電荷を反転入力端子に供給する。このようにスイッチ回路 6 2 1, 6 2 3 を切り換えてコンデンサ 6 2 2 をスイッチング駆動する。

【 0 0 9 0 】

ポジティブ・スイッチト・キャパシタ・トランスレジスタンス 6 4 では、コンデンサ 6 4 2 の一方の端子にスイッチ回路 6 4 1 を設けるとともに、他方の端子にスイッチ回路 6 4 3 を設けるものとする。ここで、スイッチ回路 6 4 1 の可動端子 c を端子 a 側としてコンデンサ 6 4 2 の一方の端子を反転入力端子と接続するときには、スイッチ回路 6 4 3 の可動端子 c を端子 a 側として他方の端子を出

力端子に接続してコンデンサ 642 を充電する。その後、スイッチ回路 641 の可動端子 c を端子 b 側としてコンデンサ 642 の一方の端子を接地するとともに、スイッチ回路 643 の可動端子 c を端子 b 側として他方の端子を接地して、充電されたコンデンサ 642 を放電させる。このようにスイッチ回路 641, 643 を切り換えてコンデンサ 642 をスイッチング駆動する。

【0091】

このスイッチト・キャパシタ・フィルタでは、スイッチ回路 621, 623 の可動端子 c を切り換えて、信号生成ブロック 45-2 からの信号によってコンデンサ 622 を充電する。その後、スイッチ回路 621, 623 の可動端子を切り換えて、コンデンサ 622 に充電されている電荷を差動増幅器 61 に供給する。また、スイッチ回路 621, 623 の切換動作に対応させてコンデンサ 641, 643 をスイッチング駆動する。さらに、ネガティブ・スイッチト・キャパシタ・トランスレジスタンス 62 では、「 π 」の位相差を有する位相差「0」, 「 π 」のサンプリング出力信号に基づいて電荷の転送を行うことにより、スイッチング周波数に応じた低域フィルタ特性でフィルタ処理がなされた復調信号、例えばチャネル外の妨害信号を除去した復調信号 PIs を差動増幅器 61 から得ることができる。

【0092】

また、スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック 45-4 もスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック 45-3 と同様にスイッチト・キャパシタ・フィルタで構成するとともに、「 π 」の位相差を有する位相差「 $\pi/2$ 」, 「 $3\pi/2$ 」のサンプリング出力信号に基づいて電荷の転送を行うことにより、フィルタ処理がなされた復調信号 PQs を得ることができる。

【0093】

このようにスイッチト・キャパシタ・フィルタを用いることで、フィルタ機能を有する復調信号生成部を差動増幅器やコンデンサおよびスイッチ回路で構成できるので、集積回路化が容易となる。また集積回路化したときにコンデンサの容量値がばらつきを生じて、スイッチング周波数を調整することで所望のフィルタ特性を得ることが可能となり、復調信号 PIs, PQs を簡単に生成できる。

【0094】

図14は、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第1の構成を示している。なお、図14では復調信号PIsを生成する部分のみを示している。中間周波信号RIFsは、入力端子451-p, 451-n間に入力する。入力端子451-pは、サンプリングブロック45a-1のスイッチ回路452-pを介して信号生成ブロック45a-2を構成するコンデンサ454-pの一方の端子と接続するとともに、スイッチ回路453-pを介してコンデンサ456-pの一方の端子と接続する。また、入力端子451-nは、スイッチ回路452-nを介してコンデンサ454-nの一方の端子と接続するとともに、スイッチ回路453-nを介してコンデンサ456-nの一方の端子と接続する。コンデンサ454-p, 454-n, 456-p, 456-nの他方の端子は接地する。

【0095】

コンデンサ454-pの一方の端子は、アンプ455-pを介してスイッチ回路458-pの一方の端子と接続するとともに、コンデンサ454-nの一方の端子は、アンプ455-nを介してスイッチ回路458-nの一方の端子と接続する。また、中間周波信号RIFsの極性を反転させるため、コンデンサ456-pの一方の端子は、アンプ457-pを介してスイッチ回路459-nの一方の端子と接続するとともに、コンデンサ456-nの一方の端子は、アンプ457-nを介してスイッチ回路459-pの一方の端子と接続する。

【0096】

スイッチ回路458-pとスイッチ回路459-pの他方の端子は、スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック45a-3を構成するコンデンサ622-pの一方の端子とスイッチ回路624の一方の端子と接続する。スイッチ回路458-nとスイッチ回路459-nの他方の端子は、コンデンサ622-nの一方の端子とスイッチ回路624の他方の端子と接続する。

【0097】

コンデンサ622-pの他方の端子は、スイッチ回路625, 644-pおよびコンデンサ642-pの一方の端子と接続する。なお、図14では、図13のスイッチ回路623とスイッチ回路641をまとめた構成として示している。

【0098】

コンデンサ642-pの他方の端子は、スイッチ回路645-pを介して差動増幅器61の出力端子に接続するとともに、スイッチ回路646-pを介して接地する。スイッチ回路644-pの他方の端子は反転入力端子と接続するとともに、積分コンデンサ63pを介して正極側出力端子と接続する。

【0099】

コンデンサ622-nの他方の端子は、スイッチ回路625の他方の端子とスイッチ回路644-nおよびコンデンサ642-nの一方の端子と接続する。コンデンサ642-nの他方の端子は、スイッチ回路645-nを介して差動増幅器61の出力端子に接続するとともに、スイッチ回路646-nを介して接地する。スイッチ回路644-nの他方の端子は非反転入力端子と接続するとともに、積分コンデンサ63nを介して負極側出力端子と接続する。

【0100】

図15は、図14に示す復調信号生成部45aの動作を説明するため、復調信号生成部45aに供給される信号を示している。図15Aは中間周波信号RIFs、図15B～15Gは制御信号 $\phi 21 \sim \phi 26$ を示している。この制御信号 $\phi 21 \sim \phi 26$ がハイレベル「H」である期間中はスイッチ回路を導通状態とするとともに、ローレベル「L」である期間中はスイッチ回路を非導通状態とする。

【0101】

制御信号 $\phi 21$ は、スイッチ回路452-p, 452-nを動作させるための信号である。制御信号 $\phi 23$ は、スイッチ回路453-p, 453-nを動作させるための信号である。また、制御信号 $\phi 22$, $\phi 24$ は、復調信号PQsを生成するためのスイッチ回路を動作させるものである。この制御信号 $\phi 21 \sim \phi 24$ では、スイッチ回路を非導通状態に切り換えるタイミングの周波数を、中間周波信号RIFsの周波数に対して「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」の周波数、あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」($m: 0$ または自然数)の周波数とする。ここで、例えば「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」の周波数としたときには、スイッチ回路452-p, 452-nを非導通状態としたタイミングを基準としたとき、位相差「 π 」でスイッチ回路453-p, 453-nを非導通状態に切り換える。また、位相差「 $\pi / 2$ 」および位相差「

3 $\pi/2$ 」で復調信号 PQs を生成するためのスイッチ回路を非導通状態に切り換える。また、制御信号 $\phi 25$ は制御信号 $\phi 21$ と制御信号 $\phi 23$ のハイレベル「H」の期間を示す信号であり、制御信号 $\phi 26$ は制御信号 $\phi 22$ と制御信号 $\phi 24$ のハイレベル「H」の期間を示す信号である。

【0102】

制御信号 $\phi 21$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路 452-p, 452-n が導通状態とされると、中間周波信号 RIFs の信号レベルに応じてコンデンサ 454-p, 454-n が充電される。また、制御信号 $\phi 21$ がローレベル「L」とされてスイッチ回路 452-p, 452-n が非導通状態とされると、非導通状態に切り換えられたタイミングの信号レベルを保持する。

【0103】

次に、制御信号 $\phi 22$ がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路 458-p, 458-n が導通状態とされる。このとき、制御信号 $\phi 25$ によってスイッチ回路 624 は非導通状態とされるとともに、制御信号 $\phi 26$ によってスイッチ回路 625 が導通状態とされる。このため、コンデンサ 454-p, 454-n に保持された信号レベルに応じてコンデンサ 622-p, 622-n が充電される。

【0104】

制御信号 $\phi 23$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路 453-p, 453-n が導通状態とされると、中間周波信号 RIFs の信号レベルに応じてコンデンサ 456-p, 456-n が充電される。また、制御信号 $\phi 23$ がローレベル「L」とされてスイッチ回路 453-p, 453-n が非導通状態とされると、非導通状態に切り換えられたタイミングの信号レベルが保持される。さらに、制御信号 $\phi 23$ がハイレベル「H」とされている期間中は、制御信号 $\phi 26$ によってスイッチ回路 625 が非導通状態とされるとともに制御信号 $\phi 25$ によってスイッチ回路 624, 644-p, 644-n, 645-p, 645-n が導通状態とされて、コンデンサ 622-p, 622-n に充電されている電荷が差動増幅器 61 に供給される。

【0105】

制御信号 $\phi 24$ がハイレベル「H」とされると、スイッチ回路 459-p, 459-n が導通状態とされる。このとき、制御信号 $\phi 25$ によってスイッチ回路 624 は

非導通状態とされるとともに、制御信号 $\phi 26$ によってスイッチ回路 6 2 5 が導通状態とされる。このため、コンデンサ 4 5 4 -p, 4 5 4 -n に保持された信号レベルに応じてコンデンサ 6 2 2 -p, 6 2 2 -n が充電される。なお、スイッチ回路 4 5 8 とスイッチ回路 4 5 9 には逆極性の信号が供給されるように構成されていることから、制御信号 $\phi 21$ でサンプリングしたときの中間周波信号 R IFs の信号レベルと、制御信号 $\phi 23$ でサンプリングしたときの中間周波信号 R IFs の信号レベルが逆極性とされていても、コンデンサ 6 2 2 -p, 6 2 2 -n を同じように充電できる。さらに、制御信号 $\phi 26$ によってスイッチ回路 6 4 6 -p, 6 4 6 -n が導通状態とされて、コンデンサ 6 4 2 -p, 6 4 2 -n の電荷が放電される。

【 0 1 0 6 】

再度制御信号 $\phi 21$ がハイレベル「H」とされてスイッチ回路 4 5 2 -p, 4 5 2 -n が導通状態とされると、中間周波信号 R IFs の信号レベルに応じてコンデンサ 4 5 4 -p, 4 5 4 -n が充電される。また、制御信号 $\phi 21$ がローレベル「L」とされてスイッチ回路 4 5 2 -p, 4 5 2 -n が非導通状態とされると、非導通状態に切り換えられたタイミングの信号レベルを保持する。さらに、制御信号 $\phi 21$ がハイレベル「H」とされている期間中は、制御信号 $\phi 26$ によってスイッチ回路 6 2 5 が非導通状態とされるとともに制御信号 $\phi 25$ によってスイッチ回路 6 2 4, 6 4 4 -p, 6 4 4 -n, 6 4 5 -p, 6 4 5 -n が導通状態とされて、コンデンサ 6 2 2 -p, 6 2 2 -n に充電されている電荷が差動増幅器 6 1 に供給される。

【 0 1 0 7 】

以下同様に処理を繰り返すことで、差動増幅器 6 1 からフィルタ処理がなされた復調信号 P Is を差動信号で出力することができる。

【 0 1 0 8 】

また、図 1 4 において、制御信号 $\phi 21$ と制御信号 $\phi 22$ 、制御信号 $\phi 23$ と制御信号 $\phi 24$ 、制御信号 $\phi 25$ と制御信号 $\phi 26$ を入れ替えるものとするれば、差動増幅器 6 1 からフィルタ処理がなされた復調信号 P Qs を差動信号として出力することができる。

【 0 1 0 9 】

ところで、図 1 4 に示す復調信号生成部 4 5 a では、信号の極性を揃えてから

スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック 4 5-3に信号を供給する構成を示したが、信号の極性の反転はスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック側で行うものとしても良い。図 1 6 に示すスイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第 2 の構成は、供給された信号をスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック側によって逆極性で用いてフィルタ処理を行う場合を示している。

【0 1 1 0】

中間周波信号 RIFs は、復調信号生成部 4 5 b の入力端子 4 6 1-p, 4 6 1-n 間に入力する。入力端子 4 6 1-p は、サンプリングブロック 4 5 b-1 を構成するスイッチ回路 4 6 2-p を介して信号生成ブロック 4 5 b-2 を構成するコンデンサ 4 6 3-p の一方の端子と接続する。また、入力端子 4 6 1-n は、スイッチ回路 4 6 2-n を介してコンデンサ 4 6 3-n の一方の端子と接続する。コンデンサ 4 6 3-p, 4 6 3-n の他方の端子は接地する。

【0 1 1 1】

コンデンサ 4 6 3-p の一方の端子は、アンプ 4 6 4-p を介してスイッチ回路 4 6 5-p, 4 6 6-p の一方の端子と接続するとともに、コンデンサ 4 6 3-n の一方の端子は、アンプ 4 6 4-n を介してスイッチ回路 4 6 5-n, 4 6 6-n の一方の端子と接続する。

【0 1 1 2】

スイッチ回路 4 6 5-p とスイッチ回路 4 6 6-p の他方の端子は、スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック 4 5 b-3 を構成するコンデンサ 6 2 2-p の一方の端子とスイッチ回路 6 2 6, 6 2 7 の一方の端子と接続する。スイッチ回路 4 6 5-n とスイッチ回路 4 6 6-n の他方の端子は、コンデンサ 6 2 2-n の一方の端子とスイッチ回路 6 2 6, 6 2 7 の他方の端子と接続する。

【0 1 1 3】

コンデンサ 6 2 2-p の他方の端子は、スイッチ回路 6 2 8, 6 2 9, 6 4 7-p, 6 4 8-p およびコンデンサ 6 4 2-p の一方の端子と接続する。コンデンサ 6 4 2-p の他方の端子は、スイッチ回路 6 4 9-p, 6 5 0-p を介して接地する。さらに、コンデンサ 6 4 2-p の他方の端子は、スイッチ回路 6 5 1-p を介して差動増

幅器 61 の正極側出力端子に接続するとともに、スイッチ回路 652-p を介して差動増幅器 61 の負極側出力端子に接続する。

【0114】

スイッチ回路 647-p の他方の端子は反転入力端子と接続するとともに、積分コンデンサ 63p を介して出力端子と接続する。また、スイッチ回路 648-p の他方の端子は非反転入力端子と接続するとともに、積分コンデンサ 63n を介して出力端子と接続する。

【0115】

コンデンサ 622-n の他方の端子は、スイッチ回路 628, 629 の他方の端子とスイッチ回路 647-n, 648-n およびコンデンサ 642-n の一方の端子と接続する。コンデンサ 642-n の他方の端子は、スイッチ回路 649-n, 650-n を介して接地する。さらに、コンデンサ 642-n の他方の端子は、スイッチ回路 651-n を介して差動増幅器 61 の負極側出力端子に接続するとともに、スイッチ回路 652-n を介して差動増幅器 61 の正極側出力端子に接続する。

【0116】

スイッチ回路 647-n の他方の端子は非反転入力端子と接続する。また、スイッチ回路 648-n の他方の端子は反転入力端子と接続する。

【0117】

このように構成された復調信号生成部 45b では、制御信号 $\phi 21$ によってスイッチ回路を導通状態とした場合と、サンプルホールド制御 $\phi 23$ によってスイッチ回路を導通状態とした場合では、供給された信号が逆極性で用いられる。このため、極性の反転してスイッチト・キャパシタ・フィルタのコンデンサを充電しなくとも、差動増幅器 61 から復調信号 PIs や復調信号 PQs を得ることができる。

【0118】

なお、復調信号 PQs を得る場合には、図 16 において、制御信号 $\phi 21$ と制御信号 $\phi 22$ 、制御信号 $\phi 23$ と制御信号 $\phi 24$ をそれぞれ入れ替えることにより、復調信号 PIs に替えて復調信号 PQs を得ることができる。

【0119】

また、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いる場合にもスイッチ回路を介

してコンデンサを充電することからチャージインジェクションが生じると、スイッチト・キャパシタ・フィルタで転送される電荷は中間周波信号 RIFs の信号レベルを示すものではなく、正しい復調信号を得ることができない場合が生じる。このため、上述のユニティ・ゲイン・サンプルバッファを入力段に用いることで、構成が簡単で精度の高い復調処理を行うことができる。

【0120】

図17は、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第3の構成を示しており、入力段にユニティ・ゲイン・サンプルバッファを用いたものである。なお、図17では、サンプリングブロック45c-1とスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック45c-3を、サンプリングブロック45b-1とスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック45b-3と同一に構成した場合を示している。

【0121】

信号生成ブロック45c-2では、ユニティ・ゲイン・サンプルバッファを用いてスイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック45c-3に供給する信号を生成する。ここで、図11に示す制御信号 $\phi c1$ として制御信号 $\phi 25$ を用いるとともに、制御信号 $\phi c3$ として制御信号 $\phi 26$ を用いる。また、制御信号 $\phi c2$ として制御信号 $\phi 25$ よりも立ち下がりのタイミングを早めた制御信号 $\phi 25'$ を用いるものとする。

【0122】

このように復調信号生成部45cを構成することにより、構成が簡単で精度の高い復調信号 PIs を差動信号として得ることができる。また、信号 $\phi 21$ と制御信号 $\phi 22$ 、制御信号 $\phi 23$ と制御信号 $\phi 24$ 、制御信号 $\phi 25$ と制御信号 $\phi 26$ を入れ替えるものとするとともに、制御信号 $\phi 26$ よりも立ち下がりのタイミングを早めた制御信号 $\phi 26'$ を生成して制御信号 $\phi c2$ として用いれば精度の高い復調信号 PQs を差動信号として得ることができる。

【0123】

また、復調信号生成部45a、45b、45cでは、中間周波信号 RIFs を用いて復調信号 PI, PQ を生成するものとしたが、上述の復調信号生成部45a、45b

、45cと同様に、低雑音アンプ12から出力された受信信号RBをサンプリングして復調信号PIs, PQsを生成することもできる。この場合、サンプリング周波数Fsは、受信信号の周波数に対して「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」($m:0$ または自然数)の周波数に設定してサンプリングを行い、位相差「 π 」の信号の極性を一致させて合成する。このように受信信号RBから復調信号PIs, PQsを直接生成することで、周波数変換器等を用いることなく簡単に精度の良い復調信号PIs, PQsを得ることができる。また、「m」の値を大きくすることで、高い周波数での処理を行うことなく復調信号PIs, PQsを得ることもできる。

【0124】

さらに、スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いることで、受信装置で用いる制御信号DPやクロック信号CKbの生成を容易に行うことができる。ここで、サンプリングの周波数をスイッチト・キャパシタ・フィルタのスイッチング周波数に対して「p倍」あるいは「 $1/p$ 倍」(p :自然数)とし、スイッチト・キャパシタ・フィルタのスイッチング周波数をA/D変換器のクロック周波数に対して「q倍」あるいは「 $1/q$ 倍」(q :自然数)とし、A/D変換器のクロック周波数は、受信信号あるいは中間周波信号で用いられた変調方式で決定されるシンボルレートの「r倍」(r :自然数)とする。例えば移動体通信システムのW-CDMA方式ではシンボルレートが3.84MHzとされている。このためA/D変換器23,24では、シンボルレートの4倍($r=4$)の周波数である15.36MHzが一般的に用いられている。このような場合、スイッチト・キャパシタ・フィルタのクロック周波数をA/D変換器23,24のクロック周波数の4倍($q=4$)の周波数に設定すると、61.44MHzとなる。

【0125】

ここで、サンプリング周波数をスイッチト・キャパシタ・フィルタのクロック周波数の2倍($p=2$)とすると、122.88MHzとなり、サンプリング周期が $(1+0.25)Tcs$ であるときには、中間周波信号RIFsの周波数は153.6MHzとなる。また、サンプリング周期が $(2+0.25)Tcs$ であるときには、中間周波信号RIFsの周波数は276.48MHzとなる。

【0126】

このように、中間周波信号 RIFs の周波数は、サンプリング周波数やクロック周波数の整数倍でないことから、これらの周波数の信号が中間周波信号 RIFs に影響を与えることがない。

【0127】

また、サンプリングやコンデンサのスイッチング動作および A/D 変換器の変換動作が同期して行われることから、アナログ回路への影響を回避できる。また、各倍率が自然数倍あるいは自然数分の 1 とされているので、例えば基準周波数の信号を分周あるいは通倍して各周波数の信号を容易に生成できる。

【0128】

【発明の効果】

この発明によれば、受信信号や中間周波信号等の変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」 ($m:0$ または自然数) の周波数でサンプリングを行い、「 π 」の位相差を有した信号の極性を合わせて合成することで復調信号が生成される。このため、簡単な構成で容易に復調信号を生成できる。また、「 m 」の値を大きくすることにより、低いサンプリング周波数で復調信号を生成できる。

【0129】

また、受信信号や中間周波信号等の変調信号の周波数に対して、「 $1/(m+0.25)$ 倍」あるいは「 $1/(m+0.75)$ 倍」 ($m:0$ または自然数) の周波数でサンプリングを行い、サンプリングした信号から「 π 」の位相差を有した信号に基づくフィルタ処理する信号を生成してスイッチト・キャパシタ・フィルタ手段に供給することで、スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段から復調信号が出力される。このため、フィルタ機能を有する復調回路を差動増幅器やコンデンサおよびスイッチ回路で構成できるので、集積回路化が容易となる。また集積回路化したときにコンデンサの容量値がばらつきを生じても、スイッチング周波数を調整することで所望のフィルタ特性を得ることが可能となり、良好な復調信号を簡単に生成できる。また、この復調回路を用いて受信装置を構成すれば、チャンネルフィルタを集積回路化することも容易となる。

【0130】

さらに、サンプリングの周波数がスイッチト・キャパシタ・フィルタ手段のスイッチング周波数に対して「 p 倍」あるいは「 $1/p$ 倍」（ p ：自然数）、スイッチト・キャパシタ・フィルタ手段のスイッチング周波数が信号変換手段のクロック周波数に対して「 q 倍」あるいは「 $1/q$ 倍」（ q ：自然数）、信号変換手段のクロック周波数が、受信信号あるいは中間周波信号で用いられた変調方式で決定されるシンボルレートの「 r 倍」（ r ：自然数）とされる。このため、サンプリング周波数やクロック周波数の信号が中間周波信号等に影響を与えることがない。また、アナログ回路への影響を回避できるとともに、各周波数の信号を容易に生成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明に係る受信装置の構成を示す図である。

【図2】

復調回路の基本原理を説明するための図である。

【図3】

復調信号生成部の第1の構成を示す図である。

【図4】

復調信号生成部の第1の構成の動作を説明するための図である。

【図5】

復調信号生成部の第2の構成を示す図である。

【図6】

復調信号生成部の第2の構成の動作を説明するための図である。

【図7】

復調信号生成部の第3の構成を示す図である。

【図8】

復調信号生成部の第3の構成の動作を説明するための図である。

【図9】

チャージインジェクションを説明するための図である。

【図 10】

ユニティ・ゲイン・サンプルバッファの構成を示す図である。

【図 11】

ユニティ・ゲイン・サンプルバッファの駆動信号を示す図である。

【図 12】

この発明に係る受信装置の他の構成を示す図である。

【図 13】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の基本原理を説明するための図である。

【図 14】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第 1 の構成を示す図である。

【図 15】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部に供給する信号を示した図である。

【図 16】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第 2 の構成を示す図である。

【図 17】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第 3 の構成を示す図である。

【図 18】

従来の受信装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

11・・・アンテナ、12・・・低雑音アンプ、13・・・周波数変換器、14・・・発振器、15・・・帯域フィルタ、16・・・可変利得アンプ、21，22・・・低域フィルタ、23，24・・・A/D変換器、25，75・・・クロック信号生成部、40，40a，40b，40c，45，45a，45b，45c・・・復調信号生成部、40a-1，40b-2，40c-1，45-1，45a-1，45b-1

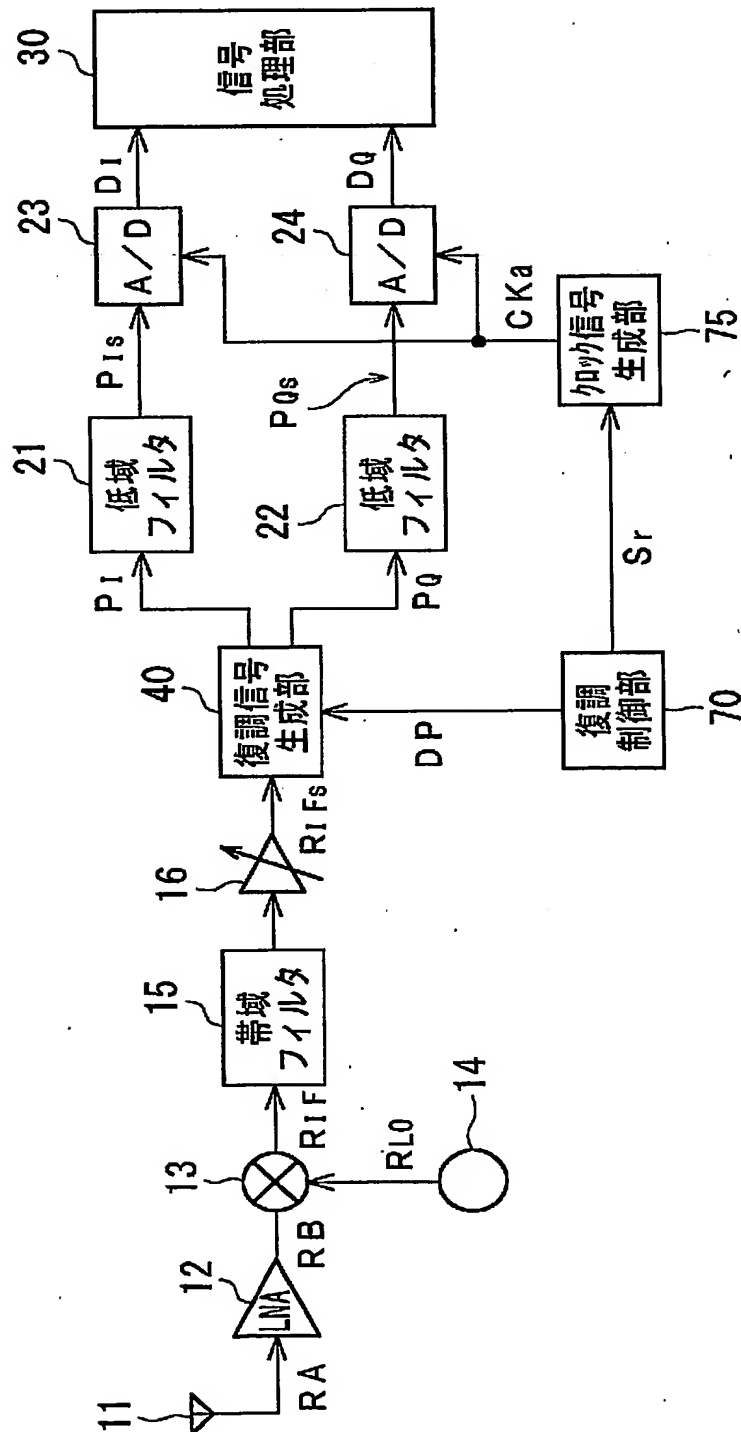
, 45c-1 . . . サンプリングブロック、40a-2, 40b-1 . . . 極性調整ブロック、40a-3, 40b-3, 40c-2 . . . 信号合成ブロック、45-2, 45a-2, 45b-2, 45c-2 . . . 信号生成ブロック、45-3, 45-4, 45a-3, 45b-3, 45c-3 . . . スイッチト・キャパシタ・フィルタ・ブロック、70 . . . 復調制御部、411, 413, 438, 439 . . . サンプルホールド回路、412, 416, 417 . . . 信号切換回路、414, 421 . . . 同相増幅器、415, 422, 436, 437 . . . 逆相増幅器、705 . . . 差動増幅器

【書類名】

図面

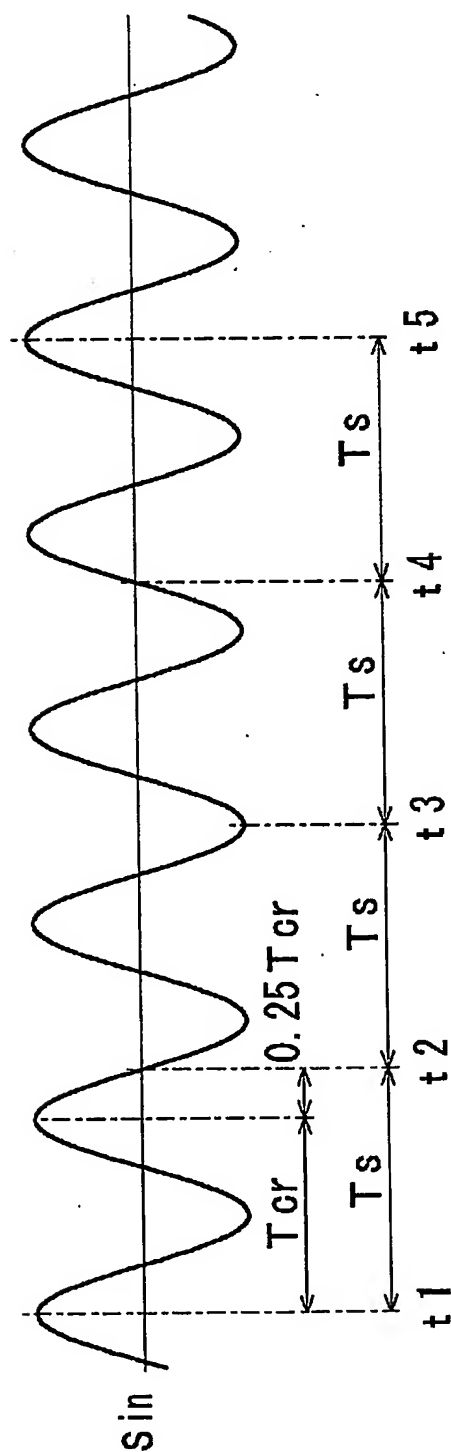
【図 1】

受信装置の構成



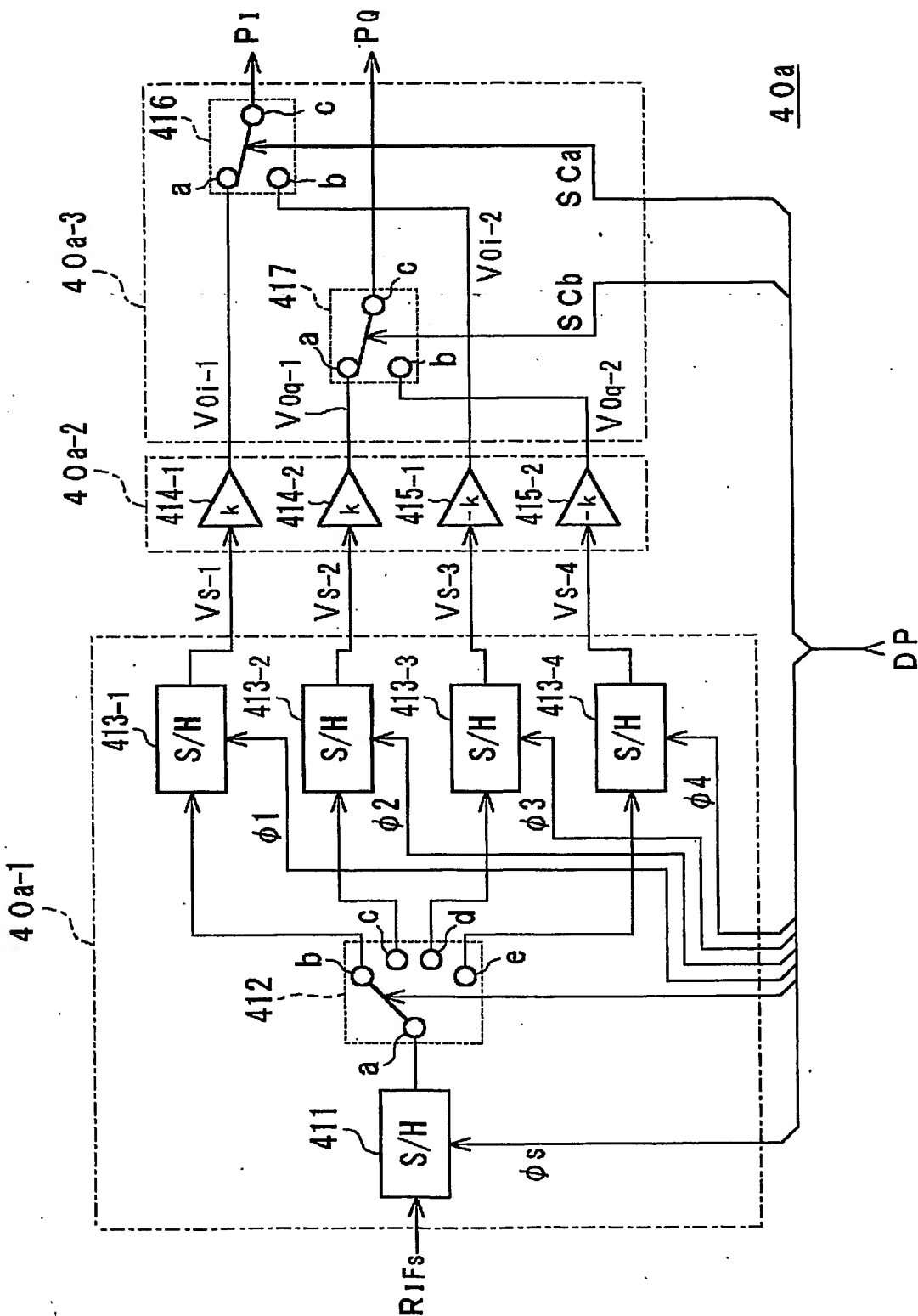
【図 2】

復調回路の基本原理



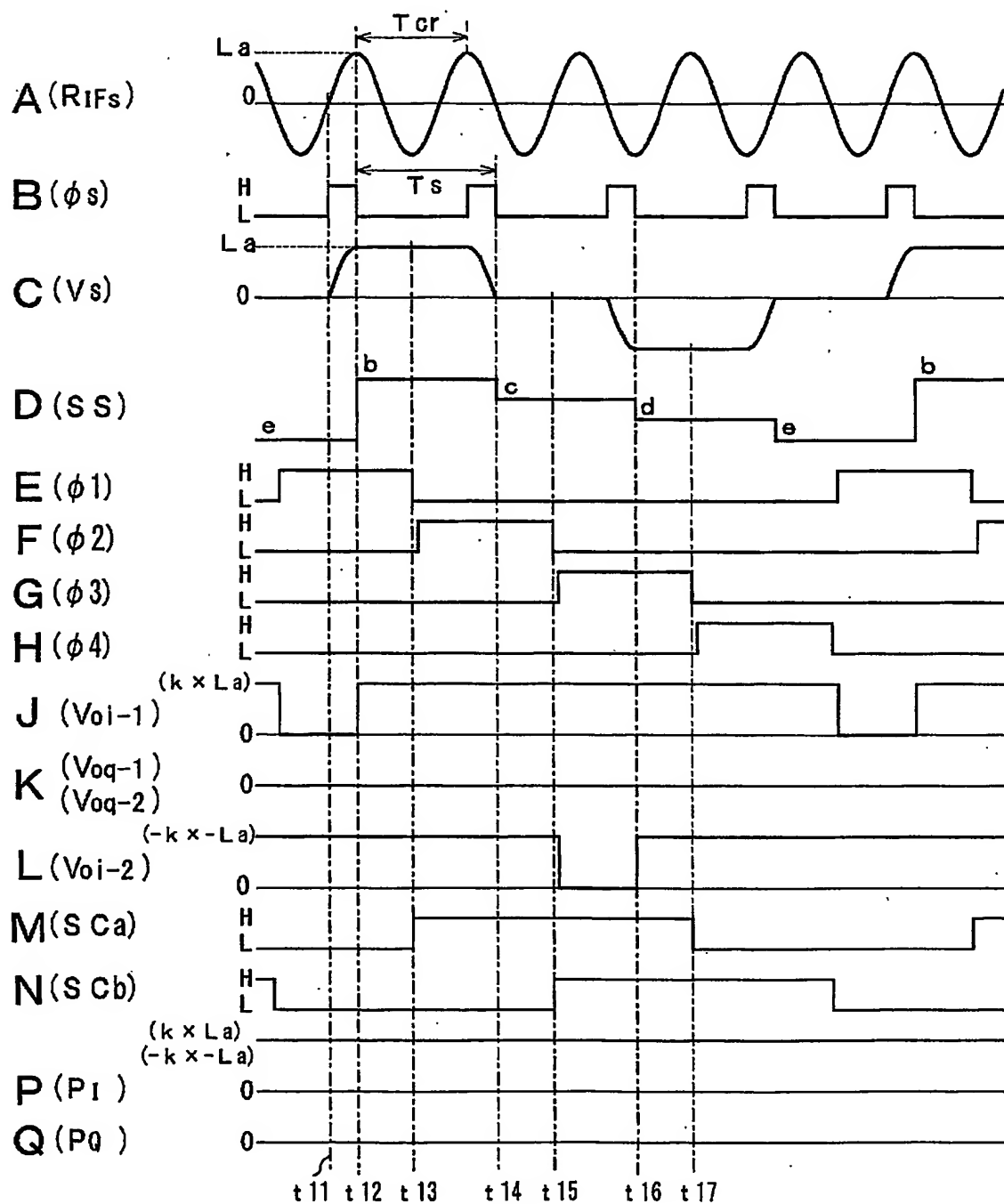
【図 3】

復調信号生成部の第 1 の構成



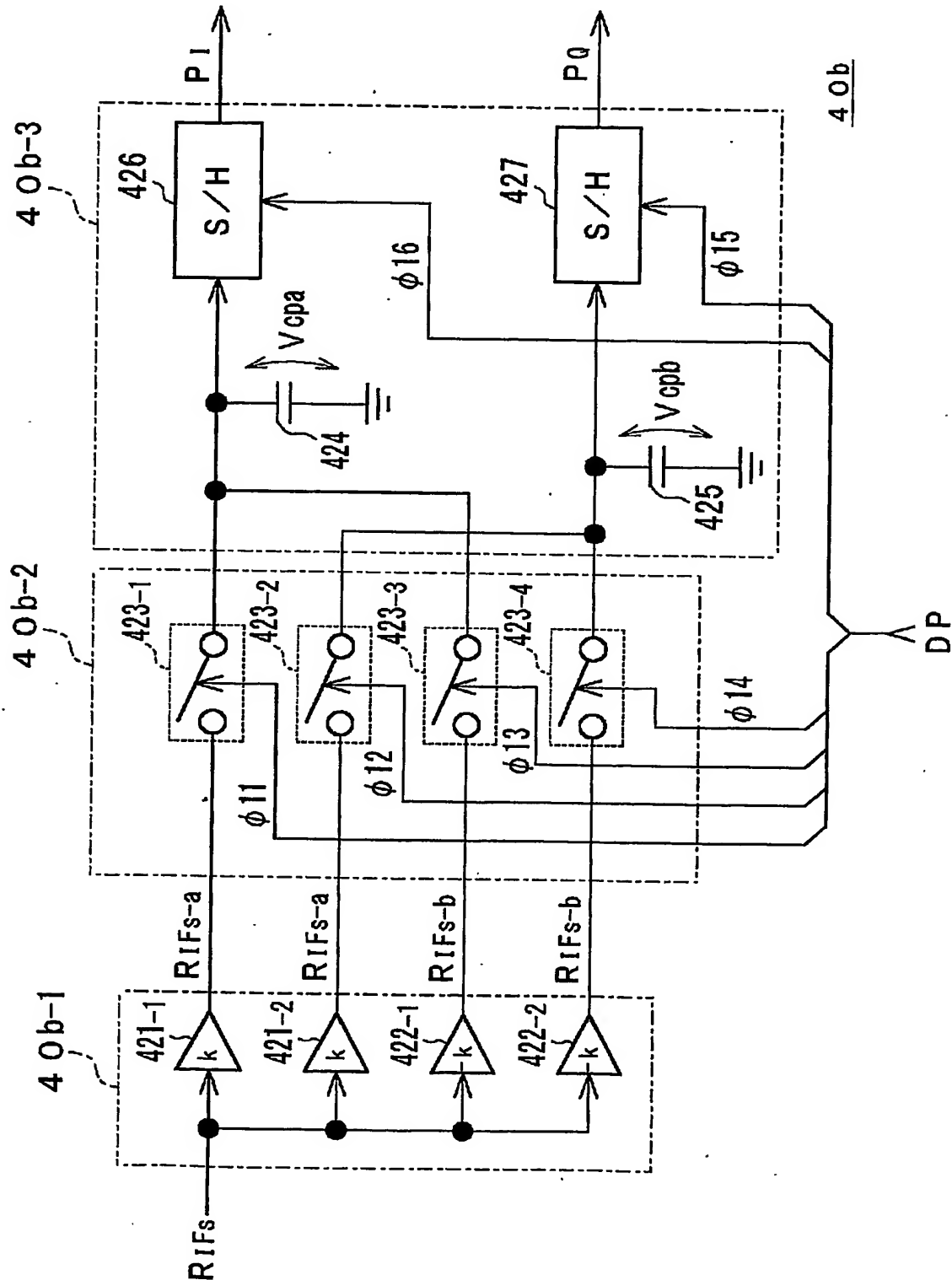
【図4】

復調信号生成部の第1の構成の動作



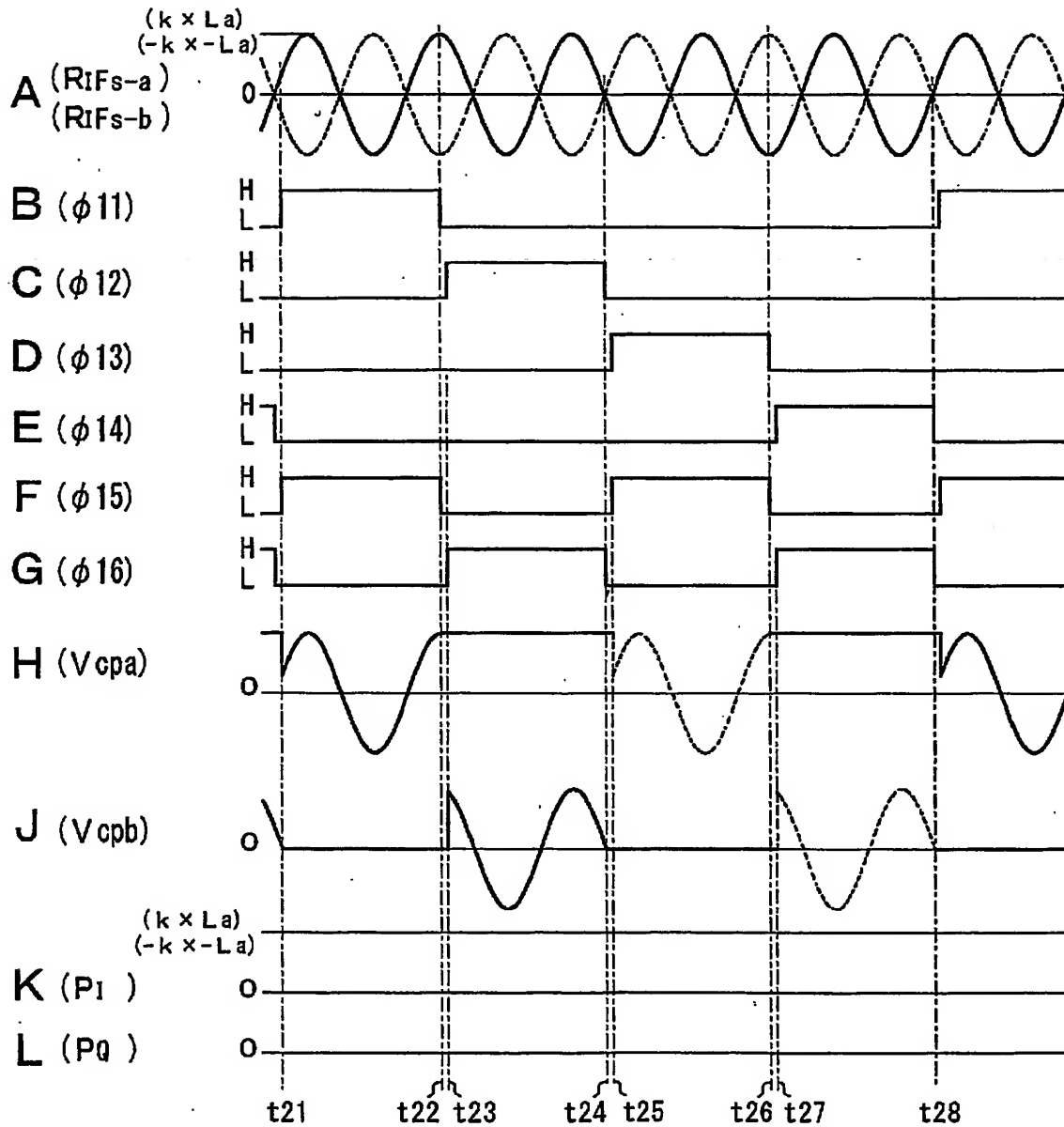
【図 5】

復調信号生成部の第 2 の構成



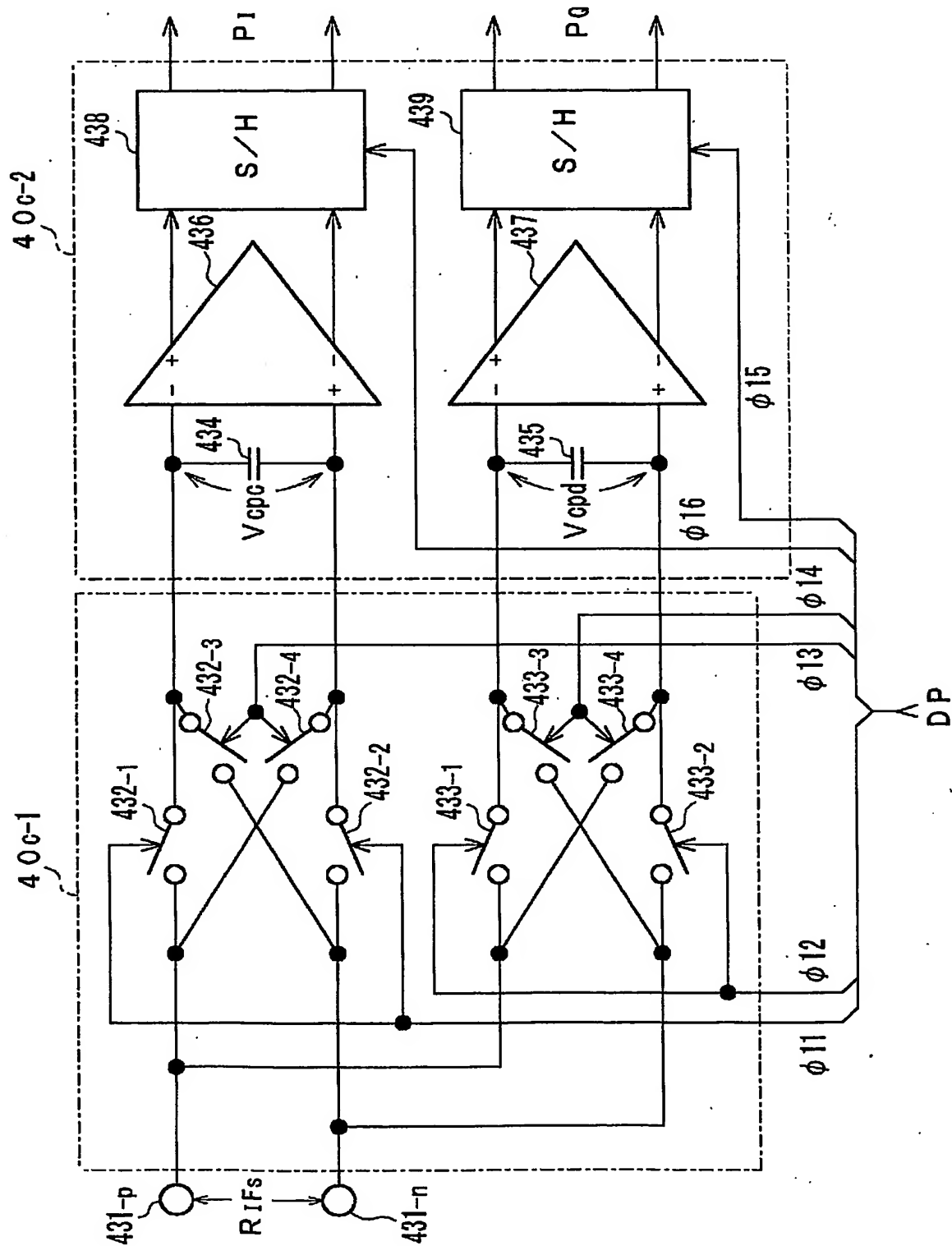
【図 6】

復調信号生成部の第 2 の構成の動作



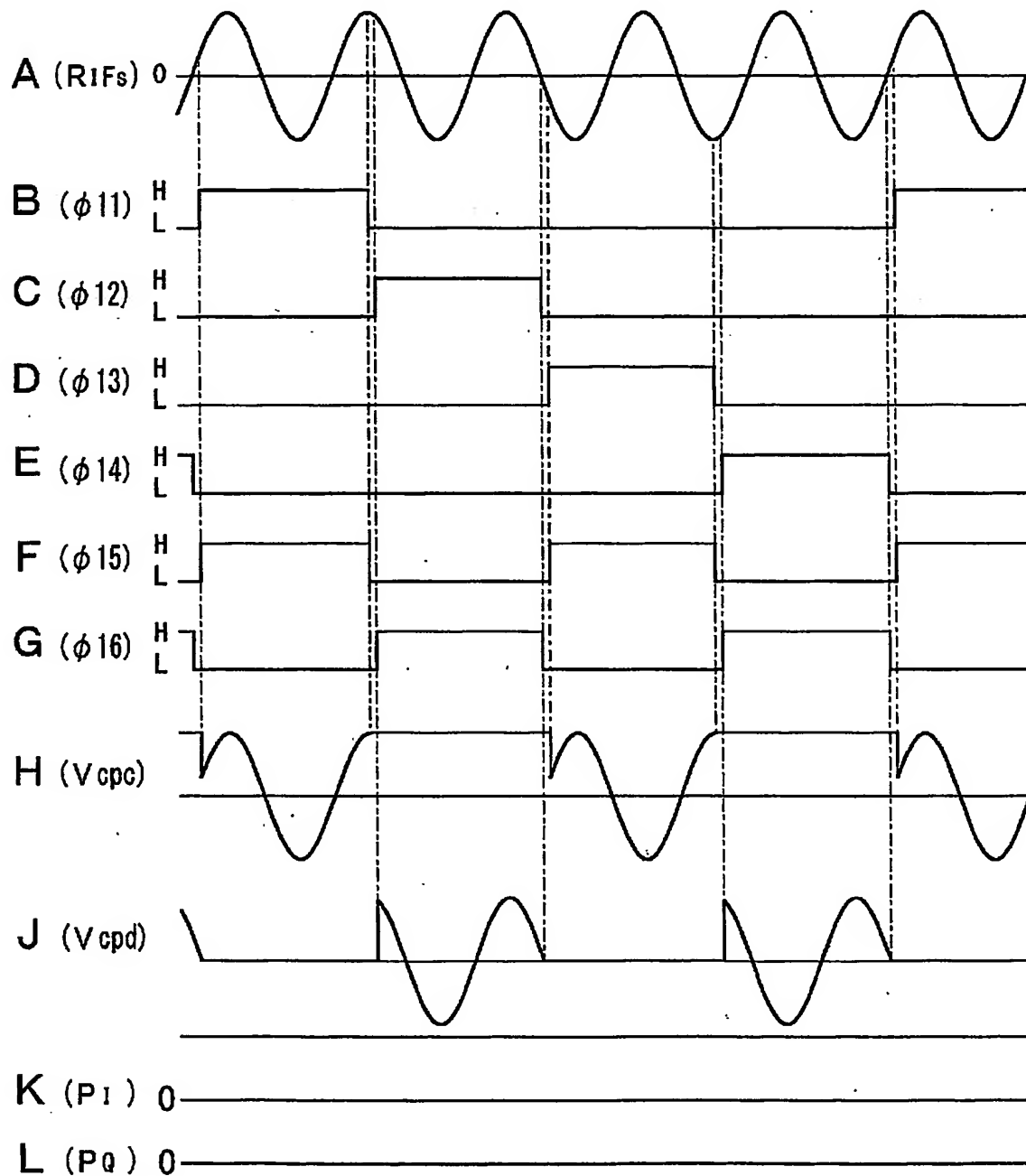
【図 7】

復調信号生成部の第3の構成



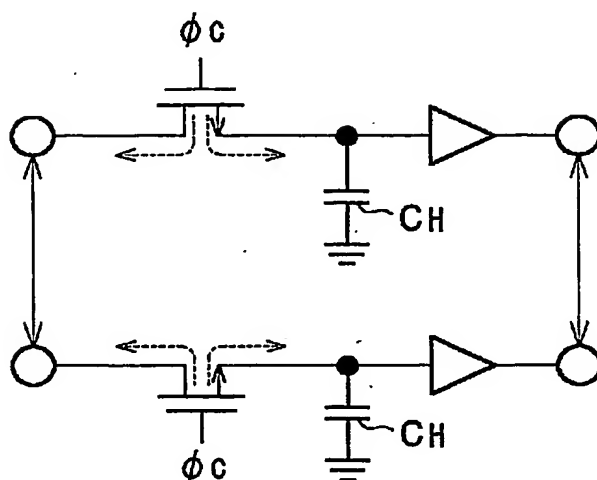
【図 8】

復調信号生成部の第 3 の構成の動作



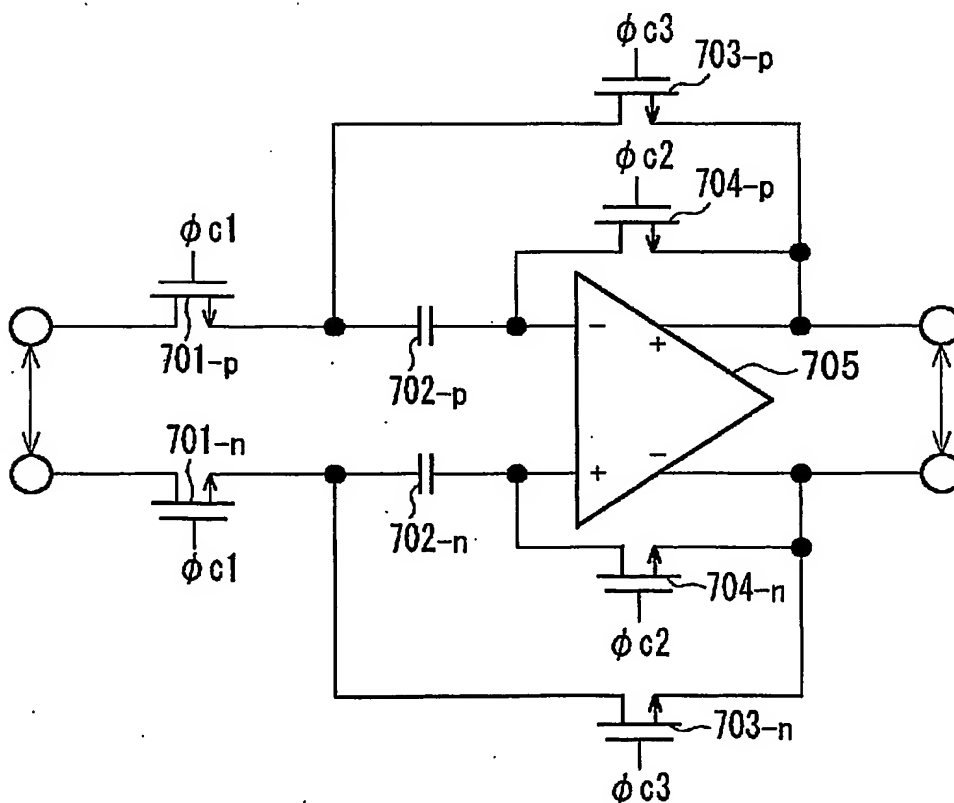
【図 9】

チャージインジェクション



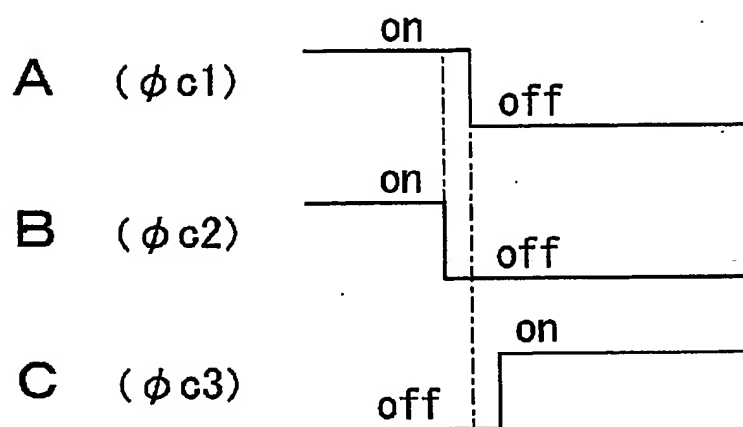
【図 10】

ユニティ・ゲイン・サンプルバッファの構成



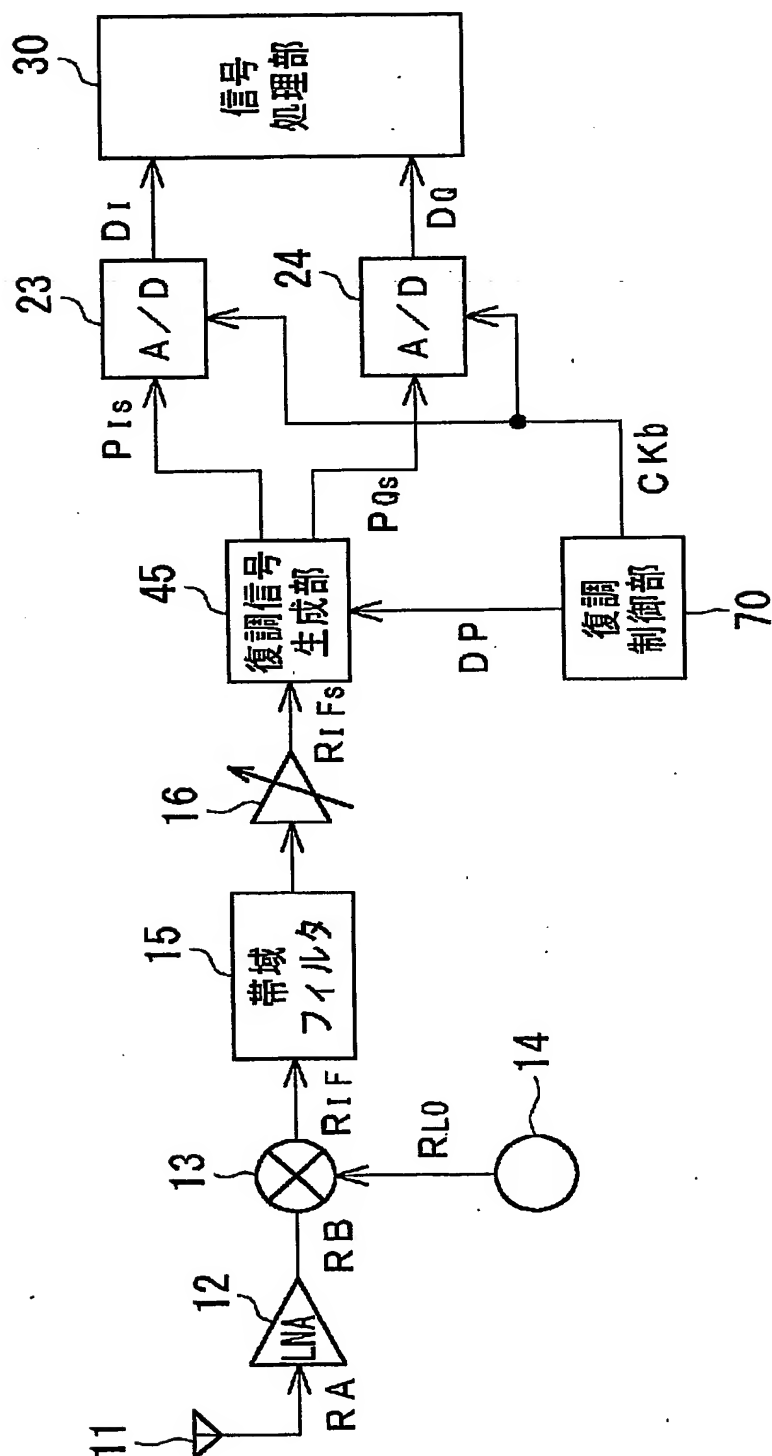
【図 11】

ユニティ・ゲイン・サンプルバッファの駆動信号



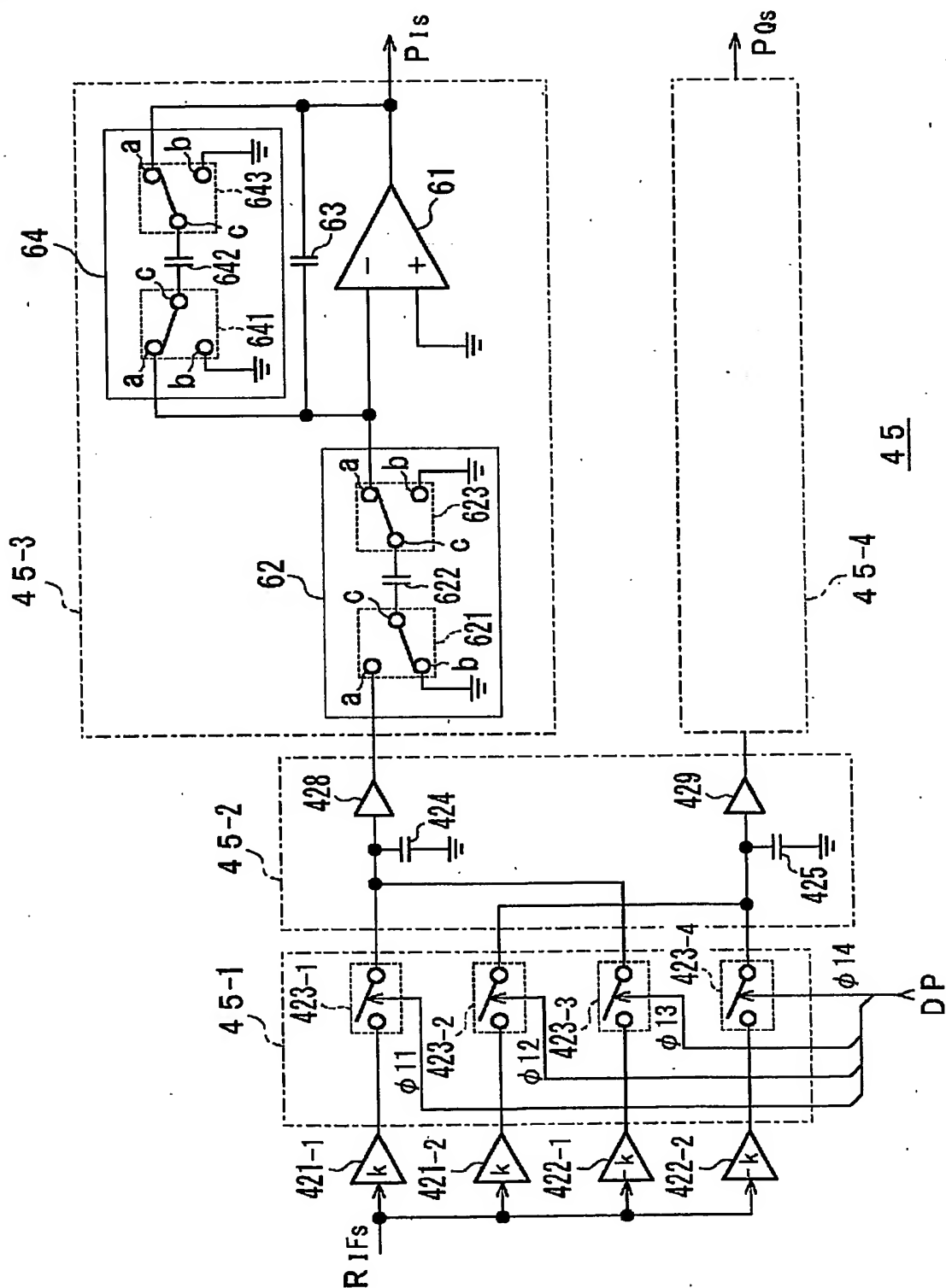
【図 1.2】

受信装置の他の構成



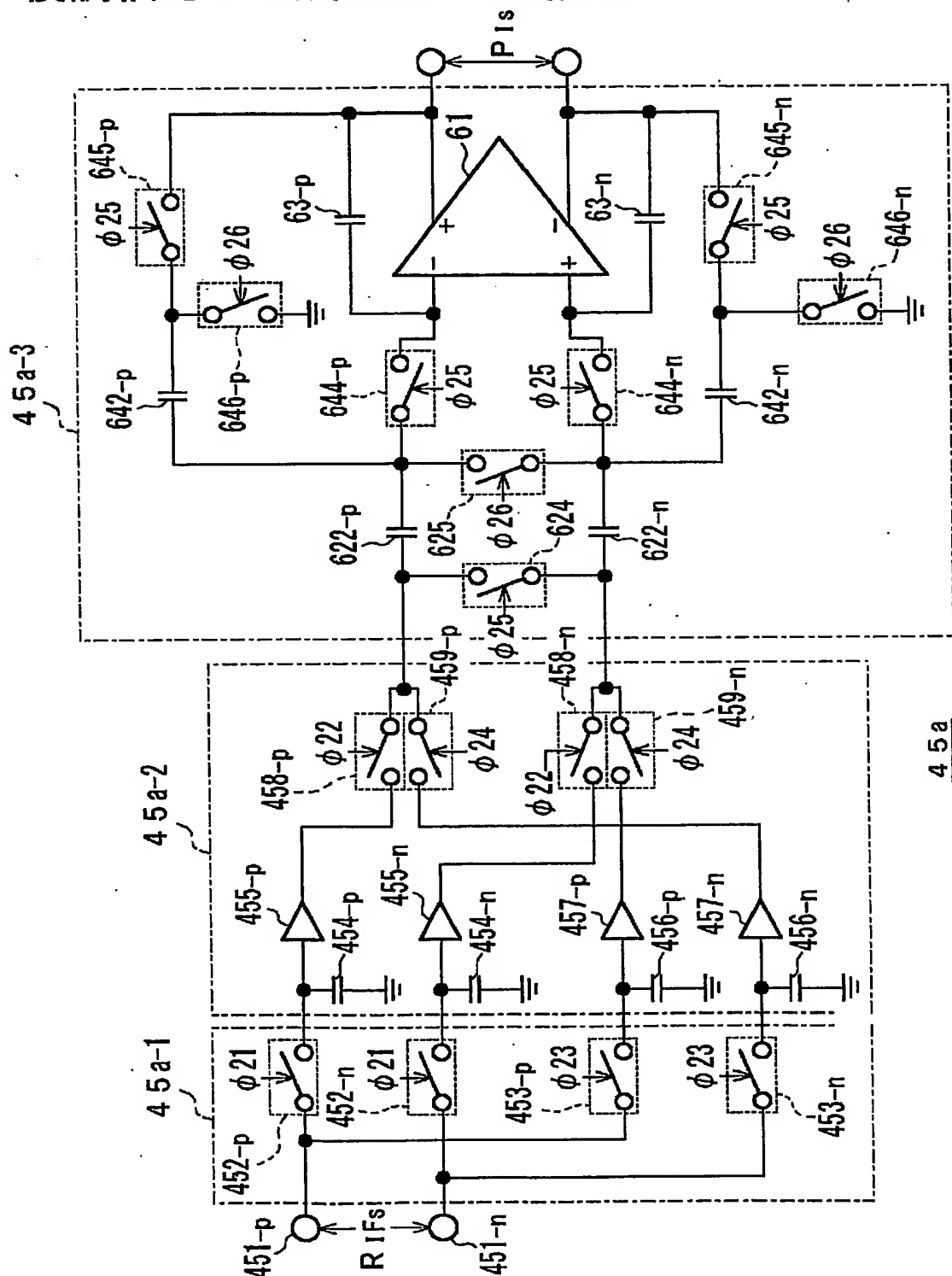
【図13】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた 復調信号生成部の基本原理



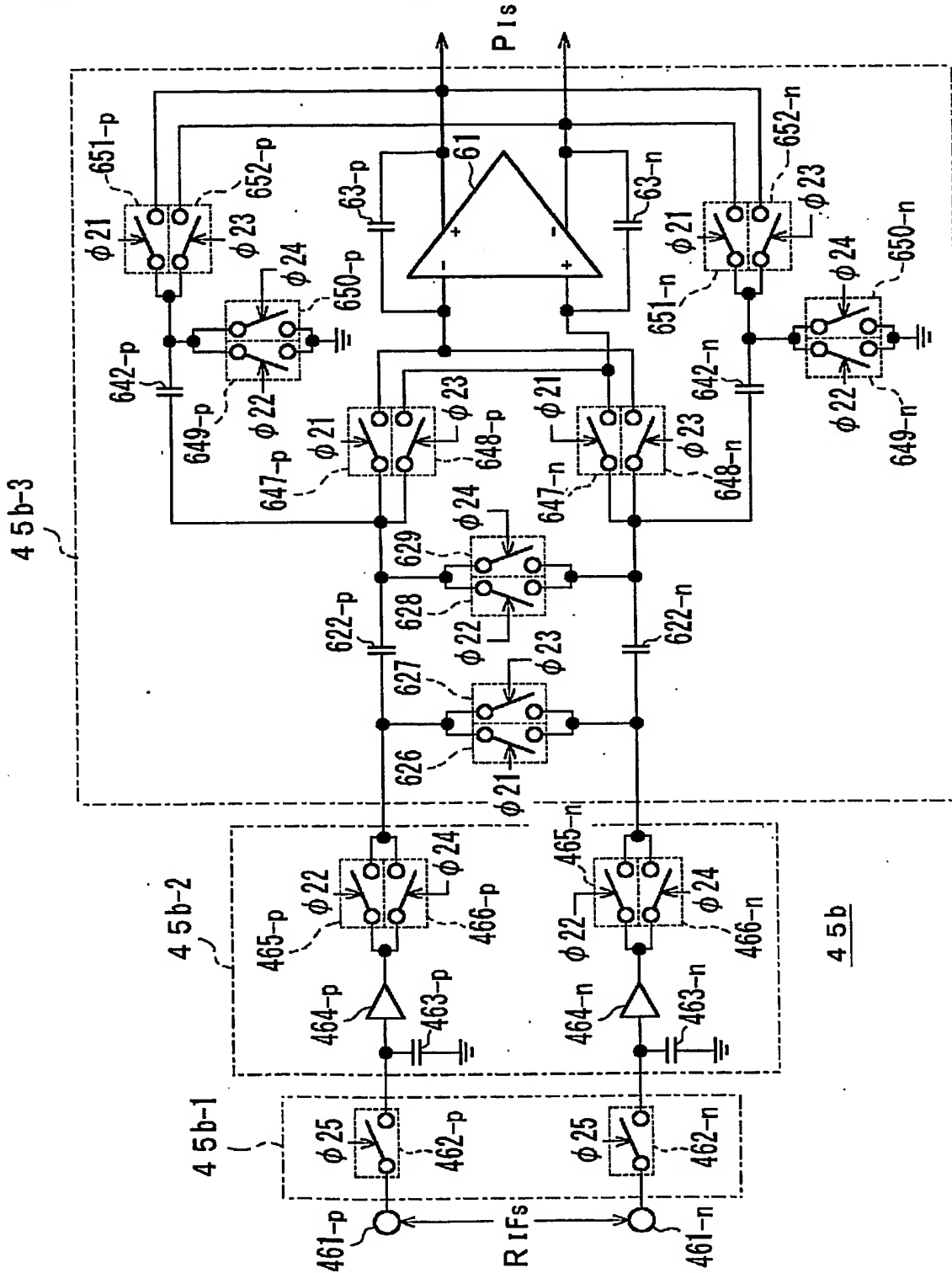
【図14】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた 復調信号生成部の第1の構成



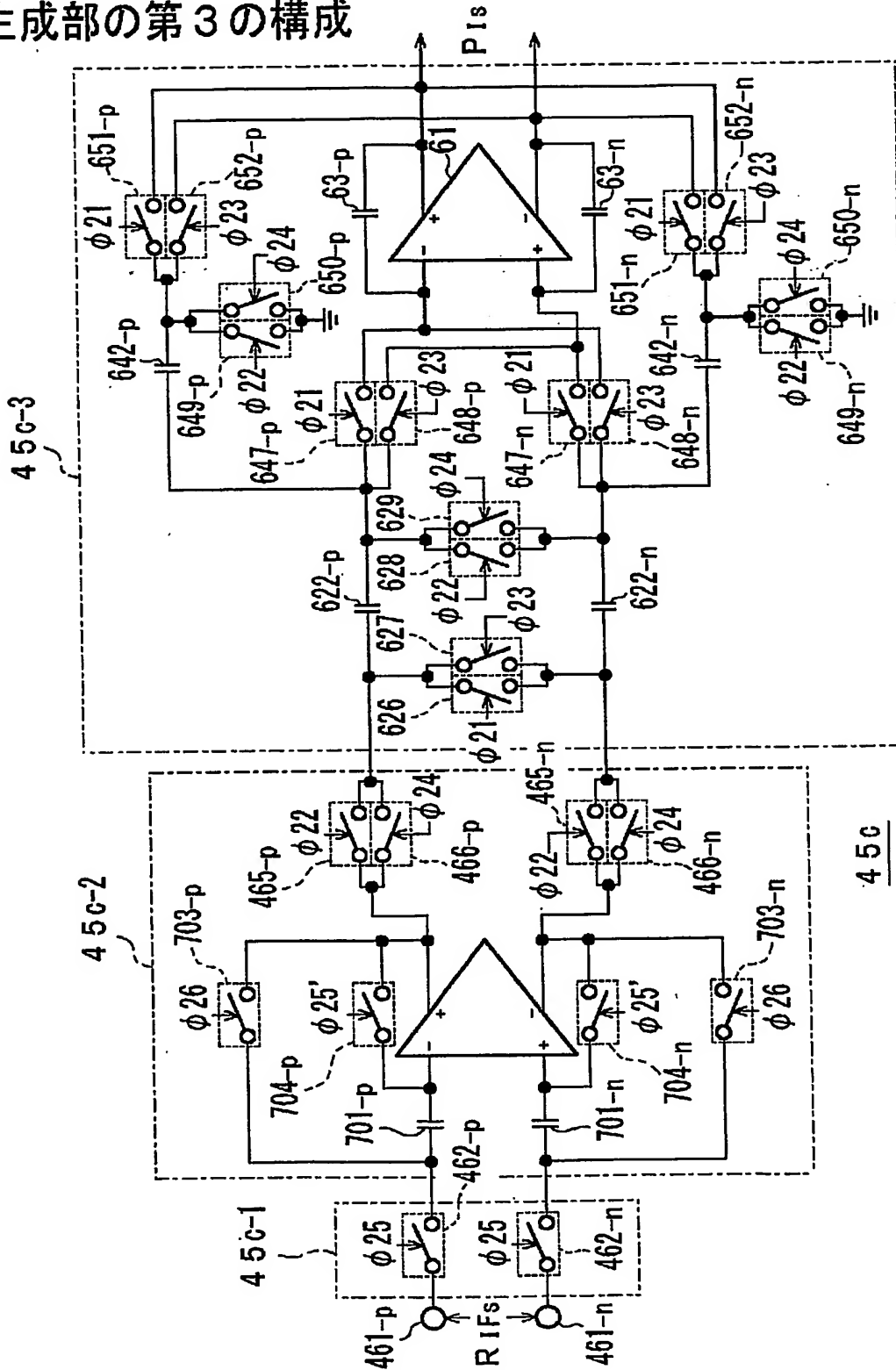
【図16】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた
復調信号生成部の第2の構成



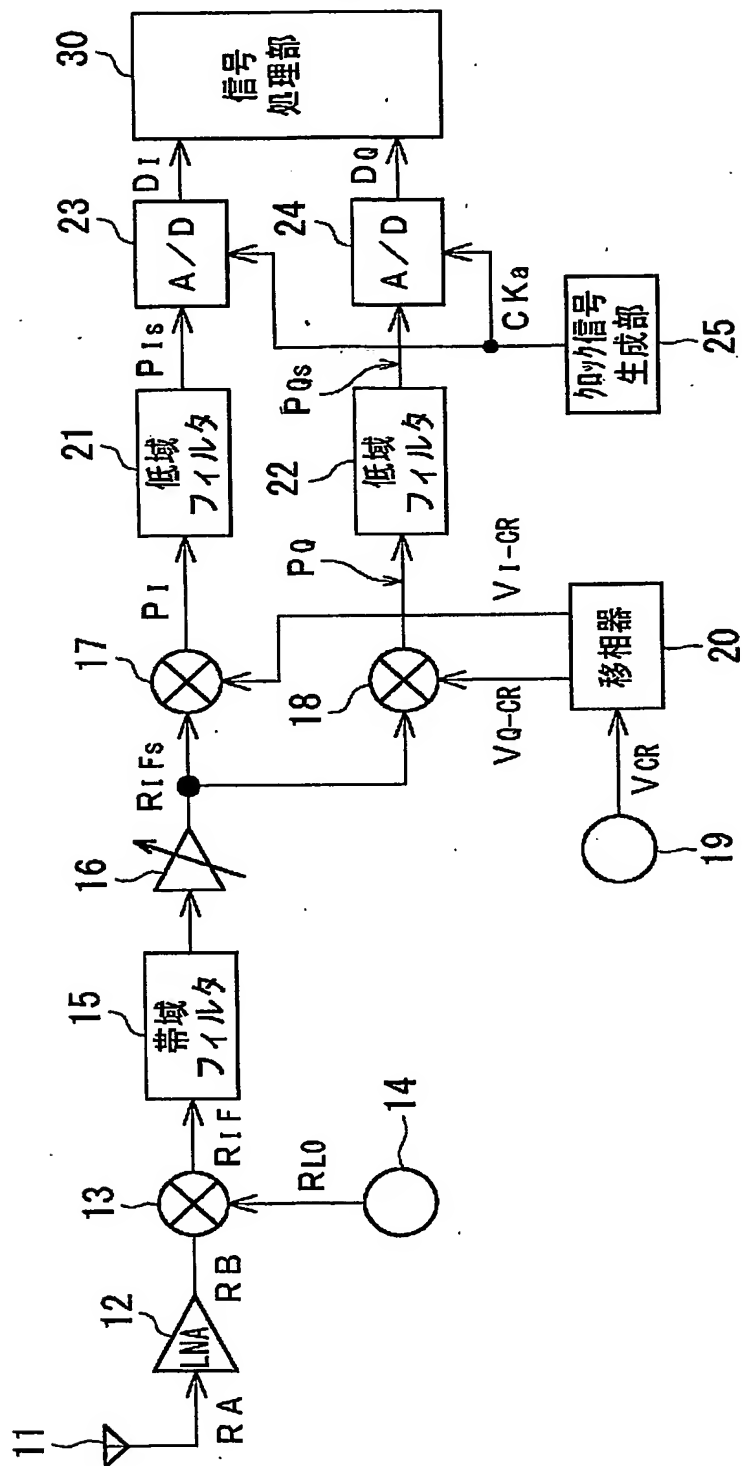
【図17】

スイッチト・キャパシタ・フィルタを用いた復調信号生成部の第3の構成



【図18】

従来の受信装置の構成



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で容易に良好な復調信号を得ることができる復調回路および受信装置を提供する。

【解決手段】 サンプリングブロック 4 0 a-1では、中間周波信号 R IFsの周波数に対して、「 $1 / (m + 0.25)$ 倍」あるいは「 $1 / (m + 0.75)$ 倍」 ($m : 0$ または自然数) の周波数で、中間周波信号 R IFsをサンプリングして位相差「 0 」「 $\pi / 2$ 」「 π 」「 $3 \pi / 2$ 」の信号を生成する。極性調整ブロック 4 0 a-2は、位相差「 π 」の極性を位相差「 0 」の信号と一致させる。また位相差「 $3 \pi / 2$ 」の極性を位相差「 $\pi / 2$ 」の信号と一致させる。信号合成ブロック 4 0 a-3では、「 π 」の位相差を有した位相差「 0 」と位相差「 π 」の信号を合成するとともに保持して復調信号 P Iとして出力する。また「 π 」の位相差を有した位相差「 $\pi / 2$ 」と位相差「 $3 \pi / 2$ 」の信号を合成するとともに保持して復調信号 P Qとして出力する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社
2. 変更年月日 2003年 5月15日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.